UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

INSTITUTO DE FÍSICA
INSTITUTO DE QUÍMICA
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

ANDREY GUILHERME FERNANDES E ALMEIDA

**As ideias balizadoras necessárias para o professor planejar e avaliar a
aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa**

**SÃO PAULO
2014**

ANDREY GUILHERME FERNANDES E ALMEIDA

**As ideias balizadoras necessárias para o professor planejar e avaliar a
aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa**

Dissertação apresentada ao programa de Pós
Graduação Interunidades em Ensino de
Ciências da Universidade de São Paulo como
requisito para obtenção do título de Mestre em
Ensino de Ciências

Área de concentração: Ensino de Física

Orientadora: Prof.^a Dra. Lúcia Helena Sasseron

Banca Examinadora: Lúcia Helena Sasseron – FEUSP
Sílvia Luzia Frateschi Trivelato – FEUSP
Maria Cândida Varone de Moraes Capecchi – UFABC

**SÃO PAULO
2014**

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.

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

Almeida, Andrey Guilherme Fernandes e

As ideias balizadoras necessárias para o professor planejar e avaliar a aplicação de uma sequência de ensino investigativa. São Paulo, 2014.

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

Orientador: Profa. Dra. Lúcia Helena Sasseron

Área de Concentração: Ensino de Física

Unitermos: 1. Física (Estudo e ensino); 2. Ensino de física; 3. Sequência de ensino investigativa; 4. Alfabetização científica; 5. Ensino por investigação.

USP/IF/SBI-018/2014

RESUMO

ALMEIDA, A.G.F. **As ideias balizadoras necessárias para o professor planejar e avaliar a aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa**, 2014. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (USP).

Esse trabalho de pesquisa pode ser dividido em duas partes distintas, mas complementares. A primeira busca entender os pressupostos teórico-metodológicos ligados ao Ensino por Investigação (EI), a segunda trata de estudar quais são as ideias, sobre o EI, que os professores empregam ao planejar a aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI).

Para dar conta da primeira etapa realizamos uma pesquisa bibliográfica que abrangeu, desde artigos relacionados ao EI, até documentos internacionais que dão algumas diretrizes a esta metodologia de ensino. A partir deles pudemos apresentar nossa concepção a respeito do EI, traçando alguns pontos relevantes a seu respeito.

Na segunda etapa da pesquisa foram analisadas reuniões de planejamento entre alguns professores que se propuseram a aplicar uma SEI sobre “Dualidade da Luz” e um formador, que já havia trabalhado com esta sequência anteriormente. Durante estas reuniões buscamos observar quais ideias principais sobre o EI surgiam durante as conversas e seriam importantes para a aplicação das atividades. A partir disto e de nosso referencial teórico-metodológico, elaboramos uma categorização para estas ideias com o objetivo de analisar algumas das reuniões.

Os resultados sugerem a importância de o professor, aplicador da SEI, possuir algumas ideias que serão imprescindíveis para que a metodologia do EI possa, de fato, ocorrer. Também mostram o quão difícil é fazer com que o professor rompa com o paradigma vigente do ensino tradicional e consiga entender e aplicar uma inovação metodológica, o EI, em sala de aula.

Palavras Chave: Ensino de Física; Sequência de Ensino Investigativa; Alfabetização Científica; Ensino por Investigação.

ABSTRACT

ALMEIDA, A.G.F. **The guiding ideas that are necessary for a teacher to plan and evaluate a Sequence of Investigative Teaching application**, 2014. Dissertation (Masters) – Institute of Physics, Institute of Chemistry, Institute of Biosciences e Faculty of Education – University of São Paulo (USP).

This research can be divided into two separate but complementary parts. The first seeks to understand the theoretical and methodological assumptions related to Teaching by Inquiry (EI, the initials in Portuguese), and the second examines the concepts of EI that teachers apply when planning the implementation of a Sequence of Investigative Teaching (SEI, the initials in Portuguese).

In order to accomplish part 1 studies, we have conducted a bibliographical research that included not only academic papers related to EI, but also international guidelines on this method of teaching science. From then on, we were able to introduce our concepts of EI and trace some relevant ideas about it.

Part 2 brings the analysis of planning meetings with some teachers who accepted to apply a SEI about “Light Duality”, with the presence of a leader who had already applied this same sequence before. In these meetings, we observed which main ideas about EI arose and that were important to SEI activities. Considering this observation and our theoretical and methodological framework, we categorized these ideas in order to analyze some of the meetings.

The results suggest the importance of the teacher, who is applying SEI, to know some ideas that are crucial to the development of an EI methodology. They also demonstrate how hard it is to make teachers break the prevailing paradigm in traditional education and actually understand and apply a methodological innovation, the EI, in the classroom.

Keywords: Physics Teaching; Sequence of Investigative Teaching; Scientific Literacy; Teaching by Inquiry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo de Atividade proposto pelo NSTA	25
Figura 2 - Representação heurística das fases do ensino de ciências através da investigação orientada.....	30

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Sumário com as características do modelo 5E's.....	28
Quadro 2- Atitudes esperadas do professor no EI.....	37
Quadro 3 - Sequência de Ensino Investigativa proposta por Barrelo Jr. (2010).....	46
Quadro 4- Cronograma das reuniões de planejamento da aplicação da SEI.....	52
Quadro 5 - Apresentação dos professores e turmas.....	53
Quadro 6 - Reuniões selecionadas para análise.....	54
Quadro 7 – Categorias de Análise.....	57
Quadro 8 - Cores das categorias de análise	67
Quadro 9- Exemplo de utilização da ferramenta de realce de texto.....	68
Quadro 10 – Apresentação da reunião.....	69
Quadro 11 - Distribuição de frequência.....	83
Quadro 12 - Quadro relacionando as reuniões às aulas da sequência.....	85
Quadro 13 - Quadro relacionando as reuniões às aulas da sequência.....	98
Quadro 14 - Frequência do surgimento das categorias durante as reuniões.....	126

SUMÁRIO

1. O Ensino de Ciências – Uma Breve Contextualização.....	11
2. O Ensino Por Investigação	17
2.2. O Papel da Natureza da Ciência	18
2.3. O Ensino por Investigação	21
2.4. Alguns Modelos de Design para Atividades Investigativas	24
2.4.1. O Modelo Proposto pela National Science Teachers Association (NSTA)	24
2.4.2. O Modelo Proposto pela National Science Foundation (NSF)	27
2.4.3. O Modelo de Ensino de Ciências através da Investigação Orientada	28
2.4.4. Uma alternativa aos modelos americanos.....	31
2.5. O “Problema” Inserido no Contexto do Ensino por Investigação.....	33
2.6. O papel do professor e dos alunos dentro do Ensino por Investigação	35
2.7. Concatenando as ideias a partir dos resultados das pesquisas realizadas no LaPEF – Indo um pouco além do referencial teórico.....	38
2.8. Algumas Considerações Sobre o Ensino por Investigação.....	40
3. Metodologia de Pesquisa	43
3.1. A Pesquisa	43
3.1.1. A primeira etapa da pesquisa.....	43
3.1.2. A segunda etapa da pesquisa.....	44
3.2. A Sequência de Ensino	45
3.2.1. As Aulas e seus objetivos	46
3.2.1.1. Parte 1 – A Atividade da Caixa Preta	46
3.2.1.2. Parte 2 – O Efeito Fotoelétrico.....	47
3.2.1.3. Parte 3 – Onda ou Partícula: Os Fenômenos Luminosos	48
3.2.1.4. Parte 4 - O Interferômetro de Mach-Zehnder	48
3.2.1.5. Finalizando a SEI – Discussão e Sistematização	49
3.3. As Reuniões com os Professores.....	50
3.4. Caracterização dos Professores, Escolas e Turmas	52
3.5. As Reuniões Analisadas.....	54

3.6. Critérios de seleção das reuniões que foram analisadas	55
3.7. A construção das categorias de análise	55
3.7.1. As Categorias de Análise	55
3.7.2. Ideias relacionadas ao planejamento da aplicação das atividades investigativas	58
3.7.3. Ideias sobre o planejamento didático	59
3.7.4. Ideias sobre o planejamento metodológico	60
3.7.5. Ideias Organizacionais	62
3.7.6. Ideias sobre avaliação	63
3.7.6.1 Atenção à construção do conhecimento pelo aluno	64
3.7.6.2. Ideias para o replanejamento e avaliação das atividades aplicadas	65
3.7.7. Relatos ou observações a partir da experiência docente	66
3.8. A organização dos dados e da análise	66
3.8.1. Os dados da segunda etapa da pesquisa	66
3.8.2. A organização da análise	67
3.8.2.1. A associação das categorias de análise às falas transcritas	67
4. Análise dos dados	69
4.1. Reunião 1 (19-06-2012) – Apresentação da SEI aos Professores	69
4.1.1. Uma breve síntese da reunião 1 (19/06/2012)	83
4.2. Reunião 4 (25/09/2012 – Parte 1) – Encerramento do Efeito Fotoelétrico (EF) e introdução ao Mach-Zehnder (MZ)	84
4.2.1. Reunião 4 (25/09 – Parte 2) – Encerramento do Efeito Fotoelétrico (EF) e introdução ao Mach-Zehnder (MZ)	91
4.2.2. Uma breve síntese da reunião 4 (25/09/2012)	96
4.3. Reunião 8 (04-12-2012) – Finalização da SEI – Avaliação e Considerações dos professores participantes.	98
4.3.1. Uma breve síntese da reunião 8 (04/12/2012)	121
5. Considerações Finais	123
5.1. A Primeira Questão de Pesquisa	123
5.2. Extrapolando a discussão referente a nossa primeira pergunta de pesquisa	124
5.3. A Segunda Questão de Pesquisa	125

5.3.1. Sobre o que os professores falam nas reuniões	125
5.3.2. Reunião de Formação?.....	129
6. Bibliografia.....	130
7. Anexos	134

1. O Ensino de Ciências – Uma Breve Contextualização

De maneira geral, o ensino de ciências muitas vezes considera como “bom aluno” aquele capaz de se recordar das fórmulas, reproduzir técnicas e resolver infinidades de exercícios propostos. Já nos anos 2000, esta forma de ensino era criticada nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), definindo-o como um ensino que se realiza:

“Mediante apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado. (...) Apresenta o conhecimento como um produto acabado, fruto da genialidade de mentes como a de Galileu, Newton ou Einstein, contribuindo para que os alunos concluam que não resta mais nenhum problema significativo a resolver” (BRASIL, 2000).

Cada vez mais, percebe-se que este formato de instrução, também chamado de “ensino tradicional”, mostra-se ultrapassado e ineficaz. Se tomarmos como referência o exame PISA – Programme for International Student Assessment (OECD, 2009) - realizado trienalmente pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, percebemos que o Brasil pouco avançou desde sua aplicação anterior, em 2006. Em uma avaliação que procura aferir o quanto dos conhecimentos, valores e habilidades que os estudantes aprendem hoje poderá ser útil no futuro, o ensino brasileiro fica aquém em relação ao ensino dos outros países participantes, ocupando as últimas posições, se encontrando “significativamente abaixo da média da OECD” (OECD, 2009) nos resultados de Ciências. Apesar de admitirmos que não devemos nos pautar apenas em tais tipos de avaliação (PISA, SARESP, SAEB) para inferir sobre a qualidade do ensino de ciências, não podemos negar sua importância, visto que tais avaliações geralmente norteiam as políticas educacionais no país, logo pensamos ser necessária a superação deste tipo de ensino.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN – nos anos 2000, já atentavam para as mudanças necessárias no paradigma da educação em ciências, sugerindo objetivos que englobem o desenvolvimento, por parte dos alunos, de habilidades e competências em três áreas principais: **Representação e Comunicação** –

relacionadas à leitura, interpretação, comunicação e análise das diferentes linguagens; **Investigação e Compreensão** – relacionadas ao questionamento dos processos naturais e tecnológicos, em identificar regularidades, interpretar e prever resultados; **Contextualização Sociocultural** – compreender a ciência como elemento de interpretação e intervenção, e a tecnologia como conhecimento sistemático de sentido prático. (BRASIL, 2000)

Estudiosos (ALEIXANDRE e BUSTAMANTE, 2003; AZEVEDO, 2004; CAPECCHI e CARVALHO, 2006; CARVALHO, VANNUCCHI, *et al.*, 1998; SASSERON e CARVALHO, 2011) preocupados com o resultado deste tipo de ensino tradicional, aquém a qualquer tipo de contextualização ou problematização, desenvolvem propostas que buscam a melhoria da educação e, em particular, do ensino de ciências. Considerando a conjuntura dos dias de hoje, em que a ciência influencia diretamente o cotidiano de cada cidadão, é de extrema importância que este seja capaz de compreender, interpretar e atuar com criticidade no que diz respeito às ações relacionadas ao conhecimento científico e seus usos sociais. Para que isto ocorra com efetividade, é preciso que os cidadãos tenham acesso, desde cedo, à educação científica de qualidade, na qual se desenvolva claramente não apenas conceitos, mas também competências que lhes dê capacidade, por exemplo, de:

“Responder questões em termos de sua compreensão do conhecimento científico relevante, de acessar e avaliar uma informação científica, de interpretar a partir de evidências sobre o assunto e de identificar as bases científicas e aspectos tecnológicos sobre questões postas” (OECD, 2009).

A UNESCO, em um documento intitulado “Declaração sobre a Ciência e o Uso do Conhecimento Científico”, também conhecido como “Declaração de Budapeste”, coloca que “a educação científica, no sentido amplo, sem discriminação e englobando todos os níveis e modalidades, é um pré-requisito fundamental para a democracia e para assegurar-se o desenvolvimento sustentável” (UNESCO, 1999), ou seja, a educação para as ciências é colocada como atributo essencial para a promoção da cidadania. No documento intitulado “Ciência na escola: um direito de

todos” publicado pela UNESCO (2005) e escrito especificamente para a realidade brasileira, vai à mesma direção, colocando que:

“Na escola brasileira, especialmente a pública, o ensino de ciências tem sido tradicionalmente livresco e descontextualizado, levando o aluno a decorar sem compreender os conceitos e a aplicabilidade do que é estudado” (UNESCO, 2005).

Neste sentido sugerem, além de mudanças estruturais e relacionadas à formação de professores e gestores, mudanças metodológicas no ensino das ciências que passem a colocar o aluno como protagonista do processo de construção e apropriação do conhecimento. Seguindo esta linha, defendem o ensino e aprendizagem por investigação, tendo a escola a função de “propor atividades que envolvam os seus alunos nas aprendizagens a partir de situações-problema” e fazendo com que busquem soluções a partir de temas de seu interesse e com relevância social (UNESCO, 2005). Outros autores também defendem tal mudança e para Sasseron e Carvalho esta transformação vai em direção de:

“Um ensino de Ciências capaz de fornecer aos alunos não somente noções e conceitos científicos, mas também a possibilidade de “fazer ciência”, sendo defrontados com problemas autênticos nos quais a investigação seja condição para resolvê-los.” (Sasseron e Carvalho, 2008).

Também para Carvalho *et al* (1998), as atividades investigativas devem servir como uma possível abertura para novos conhecimentos, fazendo com que os alunos possam entender e, eventualmente, mudar sua visão dos fenômenos científicos, além de possibilitarem o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao fazer científico (Carvalho *et al.*, 1998). Ao analisar tais publicações, percebe-se a crescente importância do ensino por investigação no cenário educacional e, por isso, a partir de agora faremos uma descrição do que viria a ser este tipo de ensino e suas contribuições para a formação do aluno.

Com os novos objetivos para o Ensino de Ciências, propostos principalmente pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), o entendimento de “*conteúdo escolar*” sofre algumas modificações e passa a incluir, além da dimensão conceitual, as dimensões procedimentais e atitudinais (Carvalho, 2003). Fica evidente, então, o amplo viés epistemológico agora ligado ao Ensino de Ciências, em que há a

necessidade de que o aluno aprenda os seus conceitos, mas, agregado a isto, há igual necessidade da aprendizagem de procedimentos relacionados à ciência e à natureza da ciência, seu desenvolvimento, aplicações e consequências sociais. Logo, é fundamental que este ensino seja concebido como:

“Um programa de atividades em que situações problemáticas abertas possam gerar o interesse dos estudantes e através das quais se consiga uma mudança ao mesmo tempo conceitual, metodológica e atitudinal” (Carvalho, 2003).

Pelas razões acima apresentadas, defendemos o uso de uma metodologia baseada em atividades investigativas, que, conforme Azevedo (2004):

“A ação do aluno não se limita apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho características de uma investigação científica” (p. 21, 2004).

Porém, apenas o caráter investigativo não se faz suficiente: a autora defende também que a atividade de investigação deve fazer sentido para o aluno, de modo que ele compreenda o porquê de estar investigando o fenômeno que lhe foi apresentado. (AZEVEDO, 2004)

A atividade investigativa proporciona ao estudante o papel de protagonista frente a seu objeto de estudo, elaborando hipóteses, procurando fatores causais sobre o fenômeno, buscando relações entre o objeto estudado e suas aplicações, entre outras coisas. Assim, no decorrer deste trabalho, discutiremos a respeito do **Ensino por Investigação (EI)** e das **Sequências de Ensino Investigativas (SEI)**, bem como o papel do professor durante a aplicação desta metodologia, que acreditamos ser uma maneira de levar o aluno rumo a **Alfabetização Científica (AC)**, pois o coloca frente à resolução de problemas contextualizados, que visam desenvolver habilidades e competências referentes ao fazer científico, fazendo com que os estudantes se apropriem desta cultura científica.

Neste trabalho realizaremos um estudo teórico aprofundado a respeito do Ensino por Investigação, buscando identificar suas características metodológicas capazes de proporcionar aos alunos a construção de conceitos científicos,

habilidades investigativas e capacidades argumentativas, fazendo com que estes avancem rumo à alfabetização científica. Olharemos também para o papel do professor ao planejar a aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa identificando os pressupostos metodológicos e epistemológicos que estão presentes durante este planejamento, aplicação e avaliação das atividades.

Assim, partiremos das seguintes hipóteses:

- O Ensino por Investigação auxilia no processo de Alfabetização Científica dos alunos;
- A mudança de paradigma, do ensino tradicional, conteudista e descontextualizado, para um ensino que busque desenvolver nos alunos habilidades e conceitos, fazendo-os caminhar em direção à Alfabetização Científica deve, necessariamente, passar pelo planejamento e implementação de Sequências de Ensino Investigativas que serão utilizadas nas aulas;
- Uma Sequência de Ensino Investigativa que busque a Alfabetização Científica deve possibilitar aos alunos a oportunidade de resolver problemas, argumentar sobre seus procedimentos e soluções e construir conhecimentos sobre ciências;
- Para o planejamento e aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa, o professor deve levar em consideração algumas características relativas a este tipo de ensino (promoção da argumentação em sala de aula, proposição de problemas, etc.);

O desenvolvimento desta pesquisa busca responder as seguintes questões:

“Quais pressupostos teórico-metodológicos devem dar suporte à elaboração de uma Sequência de Ensino Investigativa que tenha como objetivo fazer com que os estudantes avancem rumo à Alfabetização Científica?”

“Quais ideias, balizadoras de suas ações em sala de aula, os professores empregam ao planejar e avaliar a aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa?”

Para responder à primeira questão, realizaremos, no capítulo seguinte, uma pesquisa bibliográfica a respeito do Ensino por Investigação, caracterizando-o metodologicamente, trazendo modelos instrucionais distintos e discutindo alguns atributos que julgamos relevantes neste contexto, como o papel do professor e do aluno, a importância da colocação de um “problema” como ponto de partida e a introdução da epistemologia das ciências no ensino. Para responder à segunda questão, analisaremos vídeos de reuniões de planejamento com professores que aplicaram a SEI, neles buscaremos identificar ideias sobre o planejamento, aplicação em sala de aula e avaliação das atividades investigativas.

2. O Ensino Por Investigação

2.1. A Alfabetização Científica como objetivo de ensino

A tendência curricular (NRC, 1996; MILLAR e OSBORNE, 1998; BRASIL, 2000) vigente em alguns países requer que o ensino de ciências abandone suas características tradicionais – de formalismo excessivo, acúmulo de informações descontextualizadas e operacionalismo (CAPECCHI e CARVALHO, 2006) –, e dê lugar a um ensino que priorize o desenvolvimento de habilidades e competências ligadas à cultura científica além, é claro, do conteúdo conceitual relacionado às ciências. Um tipo de ensino que proporcione ao aluno a aquisição destas habilidades pode ser considerado um ensino que busque alfabetizar cientificamente o estudante. Se tomarmos como base a definição utilizada por Paulo Freire (2005) de que a alfabetização não se limita a um simples processo mecânico de ler e escrever, mas sim como o domínio consciente destas técnicas resultando na interferência do sujeito sobre seu contexto e unirmos a esta o que esperamos como objetivo do ensino de ciências, tomamos como definição para a Alfabetização Científica o seguinte trecho encontrado em Sasseron (2008):

“... usaremos o termo “alfabetização científica” para designar as ideias que temos em mente e que objetivamos ao planejar um ensino que permita aos alunos interagir com uma nova cultura, com uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos, podendo modificá-lo e a si próprio através da prática consciente propiciada por sua interação cerceada de saberes de noções e conhecimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científico.” (p. 12)

Sasseron e Carvalho (2011) apresentam, com base em uma ampla revisão teórica sobre alfabetização científica, três eixos estruturantes para a AC, são eles: a *compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais*; a *compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática*; e o *entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente*. Para as autoras, tais eixos compreendem de forma satisfatória as habilidades e conhecimentos a serem desenvolvidos nos estudantes com base em um ensino que almeje a (AC). As

mesmas (Sasseron e Carvalho, 2008) ainda propõem uma importante ferramenta que sugere se os objetivos de alfabetizar cientificamente os estudantes estão de fato se realizando, são os “*indicadores de (AC)*”, que segundo as autoras podem ser descritos como:

“(...) os indicadores são algumas competências próprias das ciências e do fazer científico: competências comuns desenvolvidas e utilizadas para a resolução, discussão e divulgação de problemas em quaisquer das Ciências quando se dá a busca por relações entre o que se vê do problema investigado e as construções mentais que levem ao entendimento dele.”
(p.338)

Ao se pensar na (AC) como objetivo final do ensino de ciências, deve-se também considerar um novo design metodológico para o ensino de ciências, que seja capaz de cumprir esta meta, por meio da criação de oportunidades para que os alunos possam trabalhar ativamente na construção de noções e de conhecimentos sobre ciências (CARVALHO, 2011).

Entendemos que o Ensino por Investigação se apresenta como ferramenta metodológica promissora quantos aos objetivos de (AC) pretendidos, isto porque busca colocar o aluno frente a problemas a serem resolvidos, suscitando o caráter investigativo inerente ao fazer científico. Expõe também o importante papel do professor ao planejar as atividades e criar um ambiente propício à investigação e à troca de ideias entre os estudantes.

2.2. O Papel da Natureza da Ciência

Uma das críticas centrais ao ensino tradicional está no fato de ele apresentar a ciência de forma acabada, livre de valores e pressupostos histórico-sociais. Faz-se importante que os estudantes possam entender a ciência como construção humana e, para isto, a proposta de ensino deve contemplar aspectos imprescindíveis da natureza da ciência. Logo é necessário que os alunos entendam como a ciência

explica o mundo em que vivemos, como estes conhecimentos são construídos e os fatores que envolvem sua construção.

Muitas vezes, pelo modo como é abordada nos livros de ciências, passa-se a impressão de que as ciências se desenvolvem de forma linear, por meio de um método prescrito, que tem início com a observação, seguida da elaboração de hipóteses acerca do fenômeno observado, muitas vezes tal elaboração acaba assumindo a forma “se → então”, adotando um caráter preditivo e sendo testada através da experimentação, podendo ser confirmada ou refutada a partir dos resultados. Tal concepção mostra um desenvolvimento científico lógico, objetivo e impessoal (BYBEE, 2006), passando a impressão aos estudantes de que há um método científico perfeitamente definido. Bachelard (1971) descreve esta ciência, ainda ensinada, como:

“A ciência experimental das instruções ministeriais: pesem, meçam, contem; desconfiem do abstrato, da regra; liguem os espíritos dos jovens ao concreto, ao fato. Ver para compreender.” (p. 16)

Apesar de o desenvolvimento científico poder ocorrer como mencionado anteriormente, a história da ciência mostra que nem sempre isto é válido. Para observar tal fato, basta caminhar um pouco na história do desenvolvimento da Teoria da Relatividade proposta por Einstein, na qual sua evolução só foi possível através de uma matemática aperfeiçoada que fundiu espaço e tempo em um, contrariando todas as perspectivas da época (BACHELARD, 1971). Este episódio pode mostrar que não há um método único de se fazer ciência. Ainda em relação ao desenvolvimento científico, Bybee diz:

“Os cientistas podem partilhar alguns pressupostos fundamentais, tais como o lugar essencial dos dados, a importância da lógica e da necessidade de basear as suas explicações em evidências, mas os cientistas variam em seus talentos, imaginação, intuição e coragem. Tendo em conta os mesmos resultados experimentais, dois indivíduos ou grupos de cientistas podem formar diferentes explicações. Alguns cientistas podem fornecer uma explicação muito segura para os resultados experimentais, enquanto outros darão uma explicação mais ousada e corajosa. Esta discussão leva à conclusão de que precisamos proporcionar aos alunos

uma visão mais ampla da pesquisa científica e da natureza da ciência.” (p. 03, 2006, tradução nossa)

A fim de evitar que os estudantes formem uma visão simplista e distorcida da ciência, gerando um legítimo obstáculo à aprendizagem, se faz necessário que os próprios professores incorporem uma visão da natureza da ciência que vá além desta discutida anteriormente. Este seria outro requisito básico à melhoria do ensino de ciências.

Ressalta-se que não há a intenção, de forma alguma, de tentar elucidar um método que possua caráter universal e seja um modelo único para o desenvolvimento científico. Busca-se, sim, trazer elementos que sejam comuns à atividade científica e que possam de algum modo serem utilizados dentro do ensino das ciências com o objetivo de melhorar a visão de natureza da ciência em alunos e professores.

Para isto, tomamos como base o trabalho “O Papel da Natureza da Ciência na Educação para a Cidadania”, escrito por João Praia, Daniel Gil-Pérez e Amparo Vilches (2007). Nele, os autores fazem uma discussão a respeito da visão distorcida acerca do desenvolvimento científico, dentro do ensino de ciências, e propõem que sejam revistos alguns pontos importantes ao se apresentar o assunto “natureza da ciência” aos estudantes.

O primeiro ponto apresentado é a necessidade de mudança na interpretação do “*Método Científico*”, assim como Bybee (2006) e Bachelard (1971), os autores pensam que este não deve ser visto como um “*conjunto de regras perfeitamente definidas e aplicadas mecanicamente e independentes do domínio investigado*” (PRAIA, GIL-PÉREZ e VILCHES, 2007, tradução nossa).

A linha de pensamento destes autores também se afasta das abordagens empiristas ao salientar que são as hipóteses que orientam a tomada de dados e que estas devem estar inseridas dentro de um paradigma conceitual vigente.

Outra característica importante a ser ressaltada é a busca por uma coerência global, segundo a qual os resultados obtidos, assim como todo processo, devem ser sempre postos à prova, a fim de que haja uma revisão contínua, buscando-se obter

resultados de maneiras diversas e mostrando a sua coerência em diversas situações. Os autores elucidam, assim, um dos principais objetivos da ciência: a “*vinculação de domínios aparentemente desconexos*”, buscando generalizações aplicáveis a natureza (PRAIA, GIL-PÉREZ e VILCHES, 2007).

Por fim, o último ponto destacado pelos autores é a necessidade de se reconhecer o caráter social do desenvolvimento científico. É preciso elucidar que a ciência progride a partir de um paradigma vigente e que este está bem estabelecido dentro de uma comunidade de pesquisadores, que trabalham em equipe e em linhas de pesquisa bem definidas, sendo este trabalho diretamente influenciado pelas demandas sociais da época, desmistificando a ideia de que a ciência é feita por “Gênios solitários” desconexos da realidade mundana (PRAIA, GIL-PÉREZ e VILCHES, 2007).

As características expostas propõem justamente uma flexibilização na ideia de que o método científico deva ser algo fechado, exato e livre de julgamentos ideológicos. A intenção é colocar a ciência como construção humana, logo com características de tal.

A partir do exposto, podemos traçar um novo paradigma para o ensino de ciências, que busque englobar tais características e que tenha como objetivo final fazer com que os alunos sejam alfabetizados cientificamente, estando aptos a atuar de forma ativa dentro da sociedade em que vivem, exercendo efetivamente sua cidadania (UNESCO, 2005). Acreditamos que o Ensino por Investigação seja base para que estes objetivos possam ser alcançados.

2.3. O Ensino por Investigação

Quando se pensa no ensino por investigação, conseqüentemente se pensa na problematização das atividades didáticas que serão utilizadas em sala de aula. Estas devem fugir das características encontradas dentro do ensino tradicional como, por exemplo, as questões fechadas, que não permitem que o aluno trabalhe

com hipóteses, manipule dados, contraponha ideias ou argumente a fim de expor seu ponto de vista; ou então, exercícios, que são geralmente utilizados para fixação de conteúdos, se valendo da repetição como pressuposto à aprendizagem. Para terem sentido e cumprirem seu objetivo de encaminhar o aluno à AC, as atividades investigativas partem de um ponto importante, a proposição de um problema a ser resolvido pelos estudantes, que não necessariamente deverá ter natureza empírica ou manipulativa.

Entendemos a metodologia do Ensino por Investigação como atividades didáticas que buscam desenvolver no estudante habilidades relacionadas à cultura científica, bem como oferecer-lhe oportunidade para a construção do conteúdo conceitual da disciplina. Para tanto a atividade investigativa, a nosso ver, deve partir de uma problematização, experimental ou teórica, bem contextualizada, capaz de introduzir o aluno no assunto desejado e dando condições para que ele reflita e trabalhe com variáveis relevantes do fenômeno científico a ser estudado (CARVALHO, 2011). Além disto, se faz importante que os estudantes aprendam a necessidade de se estruturar as etapas de resolução do problema colocado, diferenciando assim a simples experimentação, de uma experimentação científica. Esta diferenciação ocorre quando eles são postos a elaborar e testar hipóteses, verificar a relação entre variáveis, buscar explicações para o fenômeno estudado e colocados a argumentar sobre suas escolhas, trazendo evidências que sustentem suas alegações e discutindo com seus pares e com o professor as conclusões obtidas após a investigação.

Diversas pesquisas em ensino mostram que os alunos se envolvem mais com as práticas relacionadas às ciências e desenvolvem melhor seus conhecimentos conceituais sobre a natureza quando são postos dentro de uma situação de investigação científica (AZEVEDO, 2004; ALEIXANDRE e BUSTAMANTE, 2003; CAPECCHI e CARVALHO, 2006; GIL-PÉREZ e CASTRO, 1996; SASSERON, 2008).

Ao ser colocado frente a uma situação que não tenha uma solução pré-definida, o aluno, na busca pela resolução do problema, deve construir novos conhecimentos a partir daqueles que traz consigo. Em seu livro, intitulado “Pensamento e Linguagem”, Lev Vygotsky faz uma importante análise sobre a

formação de conceitos nos indivíduos em idade escolar, apoiando-se nas conclusões de trabalhos realizados anteriormente por outros psicólogos. Um dos seus pontos de partida, fato verificado por Ach, rompendo com as ideias vigentes na época, foi à constatação empírica de que a formação dos conceitos não se dava de forma mecânica e passiva, pelo contrário, tratava-se de um processo criativo, consequência de uma complexa operação orientada à resolução de um problema (VYGOTSKY, 2008). Para que o aluno seja capaz de resolvê-lo, é preciso desenvolver conceitos novos. Vygotsky é ainda mais contundente quando estabelece a relação entre a situação-problema e o desenvolvimento intelectual do indivíduo, segundo ele:

“Se o meio ambiente não os coloca perante tais tarefas, se não lhes fizer novas exigências e não estimular o seu intelecto, obrigando-os a defrontar-se com uma sequência de novos objetivos, o seu pensamento não conseguirá atingir os estágios de desenvolvimento mais elevados, ou irá atingi-los apenas com grande atraso”. (p. 60, 2008)

Ao trazermos a fala de Vygotsky ao contexto da educação formal, percebemos que a escola faz o papel do “meio ambiente”, sendo o professor peça importante neste cenário ao guiar o aluno durante a resolução destas situações problemáticas.

Assumindo que a construção conceitual não ocorre de forma mecânica, o ensino por investigação propõe que a ação do aluno, segundo Azevedo :

“... não se limite apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho características de uma investigação científica” (p. 21, 2004).

A atividade investigativa deve proporcionar ao aluno o papel de protagonista frente a seu objeto de estudo, elaborando hipóteses, procurando fatores causais sobre o fenômeno, buscando relações entre o objeto estudado e suas aplicações. É crucial que, além de desenvolver habilidades referentes ao fazer científico, o estudante também construa novos conhecimentos associados aos conteúdos conceituais atrelados a cada disciplina científica específica. Para isto deve passar da

ação manipulativa à ação intelectual, tomando consciência da forma como resolveu o problema e porque suas ações deram certo (CARVALHO, 2011).

2.4. Alguns Modelos de Design para Atividades Investigativas

Durante o processo de pesquisa bibliográfica, foram encontrados alguns modelos propostos por diversos grupos de pesquisadores que tinham como objetivo principal orientar o planejamento e a aplicação das atividades investigativas. Dentre tais modelos, optamos por dar destaque a três deles:

- Modelo desenvolvido pela National Science Teachers Association (1996);
- Modelo 5E's desenvolvido pela Biological Sciences Curriculum Study (1986);
- Modelo Magnusson, Palincsar e Templin (2006);

A justificativa para a escolha de tais modelos é que todos foram construídos através de pesquisas que estavam ligadas a proposta curricular do National Research Council (1996), organização responsável pela elaboração das diretrizes curriculares para o ensino de ciências nos EUA. Desta proposta surgiram diversas vertentes que buscaram estabelecer modelos aplicáveis em sala de aula para a metodologia do ensino por investigação. Como o foco do trabalho está em analisar os pressupostos teóricos de tal metodologia, trazemos aqui uma descrição destes três modelos. Não podemos chamar esta pequena apresentação destes modelos de “histórica”, pois de forma alguma contempla todos os modelos desenvolvidos ao longo do tempo. Nossa intenção é de ilustrar o resultado de alguns estudos que tiveram como ponto de partida os pressupostos metodológicos associados de alguma forma ao EI.

2.4.1. O Modelo Proposto pela National Science Teachers Association (NSTA)

O modelo desenvolvido pelo National Science Teachers Association (NSTA) surgiu na busca pela superação do modelo de ensino behaviorista, conforme definição dos autores do documento. Este modelo behaviorista está apoiado em três conceitos básicos: a complexa aprendizagem pode ser quebrada em pequenas partes de informação; os alunos aprendem fazendo associações entre diferentes tipos de percepções e experiências; e que o conhecimento é um acúmulo discreto de fatos e habilidades básicas. As consequentes características deste tipo de abordagem são: o ensino se mostra demasiadamente livresco, exigindo dos alunos a memorização de informações que muitas vezes carecem de contextualização; um tipo de avaliação que prioriza a “resposta correta” ao desenvolvimento de habilidades de pesquisa e a construção do conhecimento conceitual (DORAN, *et al.*, 2002). Utilizando como referência a proposta construtivista encontrada no National Science Education Standards (NSES) os autores sugerem um modelo no qual os estudantes sejam preparados para “lidar com os desafios de um mundo cada vez mais complexo e sofisticado, onde as competências científicas e tecnológicas tornaram-se essenciais para o sucesso” (DORAN, *et al.*, 2002). Tal preparação passa por um ensino no qual os alunos são postos a resolver situações-problemas através do engajamento em investigações científicas. A seguir, tem-se um esquema referente ao modelo proposto dentro do NSTA.

Figura 1. Modelo de Atividade proposto pelo NSTA

O modelo proposto pelo NSTA sugere algumas etapas a serem seguidas pelo professor ao planejar e aplicar uma atividade investigativa, começando pela definição do problema, na qual o professor deverá ter claro consigo quais conceitos e habilidades serão trabalhadas durante a resolução do mesmo. A etapa posterior busca selecionar as tarefas apropriadas para alcançar este mesmo objetivo. Durante a realização da atividade pode-se utilizar diversas formas de tarefas, buscando sempre a complementação entre elas. A seleção das tarefas estará atrelada aos conceitos e habilidades determinados na etapa anterior. Na etapa seguinte, o professor deve escrever as tarefas, tomando o devido cuidado para contextualizar as tarefas, além de deixar claro o que espera dos estudantes ao realizarem a atividade. O planejamento do procedimento para a execução da tarefa se dá através de algumas questões orientadoras, que direcionam o trabalho do aluno durante a investigação. Após quatro etapas o professor desenvolve uma avaliação chamada de “Rubrica de Pontuação”, na qual elenca as habilidades relacionadas à investigação e a construção de conhecimento conceitual desejada após a realização da tarefa. O modelo sugere a realização de um pré-teste, que acontece com poucos estudantes e tem por finalidade identificar possíveis falhas na atividade. Este pré-teste deve ser analisado a partir das respostas dadas pelos estudantes individualmente e em grupo, com base na “Rubrica de Pontuação” elaborada anteriormente. Com base nesta análise, a tarefa pode ser modificada visando sempre sua melhor eficiência no momento da aplicação.

Neste modelo pode se observar determinado grau de direcionamento nas atividades que serão propostas aos alunos, pois na maioria das etapas o grau de liberdade dado ao estudante é bastante reduzido, visto que cabe ao professor selecionar o problema, propor a melhor tarefa para a resolução do problema e planejar seu procedimento. Parece-nos que o papel do aluno acaba ficando limitado à realização destas tarefas, não tendo a oportunidade de elaborar suas hipóteses e a melhor maneira de testá-las, algo desejado dentro do Ensino por Investigação. Outra característica importante que não parece fazer parte da proposta é a oportunidade de argumentação dos alunos com seus pares e com o professor. A omissão de tal característica limita a construção coletiva do conhecimento acerca do problema estudado, contrariando o que ocorre dentro da comunidade científica, na

qual o conhecimento aceito é constantemente debatido entre os diferentes pesquisadores ou grupos de pesquisadores.

2.4.2. O Modelo Proposto pela National Science Foundation (NSF)

A fim de desencadear este processo de investigação científica também há a possibilidade de se utilizar como base para o planejamento das atividades o modelo instrucional proposto no documento Biological Sciences Curriculum Study (BSCS) conhecido como 5Es (Engagement, Exploration, Explanation, Elaboration, Evaluation). Em uma tradução livre, temos engajamento, exploração, explicação, elaboração e avaliação. Tal modelo foi desenvolvido em meados dos anos 80 a partir de uma parceria entre a IBM (empresa privada) e BSCS (pertencente à National Science Foundation (NSF) – EUA) que se propuseram a realizar pesquisas na área de ensino de ciências e saúde com o objetivo de reforma curricular destas áreas dentro do ensino fundamental. Um dos resultados da pesquisa foi o modelo instrucional chamado 5Es, que teve influência de modelos instrucionais anteriores como o modelo de Herbart (1901), o modelo de Dewey (1910, 1933), o ciclo de aprendizagem de Heiss, Obourn e Hoffman (1950) e o ciclo de aprendizagem de Atkin-Karplus (1962) (BYBEE, *et al.*, 2006). Desde seu desenvolvimento, o modelo é constantemente testado e aprimorado, porém sua estrutura básica se manteve ao longo dos anos. A seleção deste modelo ocorreu, pois houve uma revisão e adequação ao NRC (1996) no ano de 2006.

No quadro a seguir, podemos observar as fases da atividade investigativa proposta pelo modelo 5Es, acompanhadas de suas principais características.

Fase	Sumário de Ideias
Engajamento	O professor ou uma tarefa proposta no currículo avalia o conhecimento dos alunos previamente ajudando-os no engajamento de um novo conceito através do uso de atividades curtas que promovem a curiosidade e explicitam o conhecimento prévio trazido por eles. A atividade deve fazer conexões entre experiências de aprendizagem do passado com as do presente, devem expor

	concepções anteriores, e organizar o pensamento dos estudantes em relação aos resultados de aprendizagem atuais.
Exploração	Experiências de exploração proporcionam aos alunos uma base comum de atividades em que os conceitos atuais (ou seja, equívocos), processos e habilidades são identificados e a mudança conceitual é facilitada. Os alunos podem completar as atividades de laboratório que os ajudará a usar o conhecimento prévio para gerar novas ideias, explorar questões e possibilidades, projetar e conduzir uma investigação preliminar.
Explicação	A fase explicação concentra a atenção dos alunos em um aspecto particular das fases de engajamento e exploração oferecendo oportunidades para que demonstrem a sua compreensão conceitual, habilidades de processo ou comportamentos. Esta fase também oferece oportunidades para que os professores introduzam diretamente um conceito, processo ou habilidade. Os alunos são postos a explicar seu entendimento do conceito. Uma explicação do professor ou uma atividade do currículo podem guiá-los em direção a uma compreensão mais profunda, que é uma parte crítica dessa fase.
Elaboração	Professores desafiam e ampliam a compreensão conceitual e habilidades dos alunos. Através de novas experiências, os alunos desenvolvem uma compreensão mais profunda e mais ampla, adquirem mais informações e desenvolvem competências adequadas. Os alunos aplicam sua compreensão do conceito através da realização de atividades adicionais.
Avaliação	A fase de avaliação incentiva os alunos a avaliar a sua compreensão e habilidades e oferece oportunidades para os professores avaliarem o progresso do aluno para alcançar os objetivos educacionais.

Quadro 1. Sumário com as características do modelo 5E's.

2.4.3. O Modelo de Ensino de Ciências através da Investigação Orientada

Para apresentar o modelo de investigação orientada, os autores (MAGNUSSON e PALINCSAR, 2006) utilizam o que chamam de visão contemporânea da natureza da ciência, que é fortemente influenciada pelo contexto cultural e comunitário no qual o cientista está inserido, tomando como referência as ideias de Woolgar, Pera e Bahktin. Tal influência interfere também nas ideias contemporâneas a respeito do ensino e aprendizagem baseados na investigação científica.

De Pera, os autores tiram a ideia a respeito da natureza da ciência, na qual é vista como um jogo com três jogadores: o cientista ou grupo de cientistas, a natureza, e outro grupo de cientistas que debate com o primeiro de acordo com as características da dialética científica, na qual não há um árbitro imparcial, mas sim a natureza respondendo a um interrogatório, no qual o conhecimento é dado pela concordância da comunidade científica para as respostas dadas pela natureza (MAGNUSSON e PALINCSAR, 2006).

Utilizam também a descrição de Woolgar a respeito da descoberta do pulsar, por Hewish e Bell, para mostrar a importância da comunidade científica ao proporcionar motivação, a comunicação, e a estrutura necessária para sustentar a investigação individual do cientista. Propõem a ideia de “workbench community”, ou “bancada da comunidade” científica: pequenos grupos de trabalho que, ao realizarem suas pesquisas, acabam utilizando a estratégia de “resolução de problemas”, buscando a solução para problemas imediatos e em conjunto, para só depois publicarem seus resultados à comunidade científica.

De Bahktin, trazem a importância do contexto social na construção do conhecimento individual e coloca que uma comunidade promove formas específicas de diálogos, fazendo com que a linguagem desempenhe um papel central na formação do pensamento e das ações individuais dos membros da comunidade.

Sob tal perspectiva, o conhecimento é desenvolvido em função de pensamentos e ações inseridos em contextos particulares. A escola pode ser considerada uma comunidade que está sob o contexto da aprendizagem. Como tal, um ambiente propício para a aprendizagem das ciências seria aquele na qual a sala de aula incorpora elementos culturais da comunidade científica, capazes de guiar a produção do conhecimento.

Utilizando as ideias anteriores, os autores propõem que o ensino de ciências esteja amparado em duas dimensões: a primeira é que as salas de aula devem ser ambientes de aprendizagem que reflitam elementos-chave da cultura científica, tais como valores, crenças, normas e convenções que guiam a produção do conhecimento científico; a segunda estaria em reconhecer o papel crítico da argumentação dentro do aprendizado de ciências, onde parte deste aprendizado diz

respeito a apropriação do discurso científico. A partir de tais considerações, propõem o modelo de investigação orientada mostrado a seguir:

Figura 2 - Representação heurística das fases do ensino de ciências através da investigação orientada

Segundo este modelo, a investigação acontece em ciclos, e o que está representado na figura seria equivalente a *um* ciclo. As palavras em destaque representam as fases para conduzir a investigação, que tem início com o engajamento em torno de uma questão central, que conduz a uma investigação, onde são feitas alegações a respeito do fenômeno estudado, e termina com o relato da investigação acompanhado das evidências que suportaram as alegações iniciais, seguido de uma conversa com toda classe que determinará um consenso a respeito do fenômeno estudado, considerando as alegações apresentadas no início, na medida em que foram apoiadas por provas convincentes ou refutadas por evidências contrárias.

Os autores colocam como ponto chave do modelo o momento de relatar o que foi feito durante a investigação, primeiramente pelo fato de que quando o aluno sabe que será responsável por compartilhar com seus pares os resultados de seu

trabalho, este se torna influenciado pelo contexto no qual está inserido. Um segundo ponto é que este contexto torna-se a primeira oportunidade para a enculturação do estudante em relação às normas e convenções da ciência, como por exemplo, um questionamento à sua alegação em relação aos dados fornecidos como provas. E, por último, é o momento no qual a expectativa da comunidade científica (grupo de alunos engajados na investigação) é que o pensamento convirja para uma “melhor resposta” à questão colocada. É o momento em que os estudantes enfrentam as alegações e provas colocadas por seus companheiros e tentam conciliar estes resultados com os seus.

Os autores ainda apontam que o conteúdo das discussões dependerá do nível de investigação que os alunos estão desenvolvendo. Estes níveis são definidos por Schwab (1962, in MAGNUSSON e PALINCSAR, 2006) e se dividem em três: o nível básico, que ocorreria quando a questão e o método de investigação são conhecidos; o nível intermediário, no qual apenas a questão é conhecida; e o nível avançado, onde nem a questão, nem o método são conhecidos. Logo, a fase de preparação para a investigação se torna importante para que os alunos entendam a questão e pensem no melhor método de respondê-la. A proposta é que os níveis de investigação variem entre intermediário e avançado.

2.4.4. Uma alternativa aos modelos americanos

Uma outra visão a respeito das atividades investigativas é dada no artigo “*La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo*”, escrito por Gil-Perez e Castro (1996). No texto, os autores destacam que a construção de conhecimentos científicos passam por uma necessidade de reorientação das atividades de laboratório, que devem deixar de ser apenas meras ilustrações de conhecimentos transmitidos e passem a se constituir como atividades de investigação. Para tal, defendem que a prática de laboratório deve deixar de ser uma atividade puramente experimental, para abranger outros aspectos essenciais da atividade científica.

Segundo os autores, o que faz uma atividade ser investigativa é justamente conter algumas características básicas, apontadas abaixo:

1. Apresentar situações problemáticas abertas;
2. Favorecer a reflexão dos estudantes sobre a relevância e o possível interesse das discussões propostas;
3. Potencializar análises qualitativas significativas, que ajudem a compreender e acatar as situações planejadas e a formular perguntas operativas sobre o que se busca;
4. Considerar a elaboração de hipóteses como atividade central da investigação científica, capaz de orientar o tratamento das situações e de fazer explícitas as pré-concepções dos estudantes;
5. Conceder a importância devida ao planejamento da atividade experimental pelos estudantes;
6. Considerar as análises, com atenção nos resultados (sua interpretação física, confiabilidade, etc.), a luz dos conhecimentos disponíveis, das hipóteses levantadas e dos resultados das demais equipes de estudantes;
7. Levar em conta o possível replanejamento da atividade, complexificando o problema, e também as abordagens CTS (Ciência, tecnologia e sociedade) relacionadas a tal;
8. Realizar uma integração que considere a contribuição do estudo realizado na construção de um corpo coerente de conhecimentos, assim como as possíveis implicações em outros campos de conhecimento;
9. Conceder uma importância especial às memórias científicas que reflitam o trabalho realizado e possam ressaltar o papel da comunicação e do debate na atividade científica;
10. Ressaltar a dimensão coletiva do trabalho científico, por meio de grupos de trabalho, que interajam entre si. *(p.156, tradução nossa)*

Como citado pelos autores em seus trabalhos, a lista anterior não é de forma alguma um algoritmo, com a intenção de fornecer um “passo a passo” da atividade investigativa. Traz apenas algumas características que se fazem presentes no contexto do Ensino por Investigação.

2.5. O “Problema” Inserido no Contexto do Ensino por Investigação

Muitas vezes quando se fala em Ensino por Investigação tem-se o errôneo costume de associá-lo estritamente às atividades experimentais. Certamente estas fazem parte desta proposta metodológica, porém o que este tópico pretende mostrar é que, para que uma atividade seja investigativa ela não precisa, necessariamente, ser experimental, bem como o fato de ela ser experimental não garante que ocorra o processo de investigação.

O termo “investigação” sugere um processo de busca à resposta de alguma pergunta ou a resolução de algum problema. Como já citado anteriormente, o problema proposto exerce um papel central no Ensino por Investigação. É através dele que o estudante construirá seus conhecimentos científicos acerca dos fenômenos estudados. Segundo Bachelard:

“Para o espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico.” (p. 12, 1996)

Para o autor, o desenvolvimento do espírito científico se dá através da problematização das questões não compreendidas, na qual, segundo Honorato e Mion:

“A elaboração da resposta insere o sujeito em um processo de pesquisa no qual ele percorre um longo caminho para construir o conhecimento científico que requer a ruptura com os conhecimentos primeiros, resultantes das interações cotidianas do sujeito com a sua realidade concreta.” (p. 02, 2009)

Bachelard afirma ainda que a construção de novos conhecimentos científicos surge na busca pela solução de problemas consistentemente bem elaborados e ressalta que estes não se formulam de modo espontâneo, sendo necessária certa maturidade do cientista ao propor o problema a ser enfrentado.

A discussão a respeito da importância do problema também aparece nas ideias de Vygotsky ao explicar a construção dos conceitos científicos pelos estudantes. Ao descartar a apropriação mecanizada destes, o autor propõe que eles só são construídos quando resultado do processo de solução de algum problema. Segundo Gehlen e Delizoikov:

“O problema assume um papel na gênese da produção e apropriação de signos por parte do sujeito, assim como é mediador nas relações entre sujeito e objeto de conhecimento” (p. 75, 2012)

Ainda seguindo a linha de pensamento destes autores, Vygotsky, em sua obra, não especifica as características que devem possuir tais problemas, quando trata deste conceito associa-o ao desenvolvimento cognitivo do sujeito e não em meios de se planejar uma prática pedagógica (GEHLEN e DELIZOICOV, 2012).

Propomos, então, que a partir da real importância da colocação de um problema para que o desenvolvimento cognitivo dos estudantes ocorra plenamente, sejamos capazes de planejar e aplicar atividades que partam deste problema e desencadeiem o processo de investigação científica. Tal investigação deve possuir algumas características básicas que insiram o aluno em um contexto do “fazer científico” (JIMENEZ-ALEIXANDRE, RODRIGUEZ e DUSCHL, 2000) e que devem ser levadas em consideração durante o planejamento da atividade.

A visão sobre investigação científica apresentada na proposta curricular norte americana dentro do documento chamado National Science Education Standards (NSES) corrobora com a visão que defendemos dentro de nossa pesquisa, segundo ela:

“Investigação científica refere-se às diversas maneiras em que os cientistas estudam o mundo natural e propõem explicações baseadas na evidência derivada de seu trabalho. Investigação também se refere às atividades de alunos em que se desenvolvem o conhecimento e a compreensão de ideias científicas, bem como uma compreensão de como os cientistas estudam o mundo natural.” (p. 23, 1996, tradução nossa)

É importante ressaltar que não desejamos que os alunos reproduzam as atividades realizadas pelos cientistas dentro de seus laboratórios e sim que tenham

a oportunidade de desenvolver habilidades e competências que lhes serão úteis cotidianamente através de atividades orientadas para a investigação científica. Tais atividades devem contribuir para que eles aumentem sua compreensão sobre os conceitos científicos, entendam sobre a natureza da ciência, desenvolvam habilidades necessárias para a condução autônoma de uma investigação sobre a natureza e que aumentem sua disposição para a utilização das habilidades, capacidades e atitudes associadas com a ciência (NRC, 1996). Segundo Bybee:

“A investigação utilizada como estratégia de ensino deve capturar o espírito da investigação científica e do desenvolvimento do conhecimento sobre o mundo natural. Como uma abordagem de ensino e aprendizagem, as características essenciais da pesquisa não devem, necessariamente, ser definidas como "baseado em atividades, hands-on" ou outras abordagens ao ensino.” (p. 09, 2006, tradução nossa)

Com isso percebe-se que a atividade investigativa pode assumir diversas facetas além da experimental. O que de fato torna uma atividade realmente investigativa dentro do ensino de ciências é a inserção do aluno na busca pelo conhecimento a respeito da natureza, na qual ele desenvolve habilidades e competências inerentes ao fazer científico, bem como constrói conhecimento conceitual a respeito do problema proposto. Durante a realização da atividade o aluno deve estabelecer hipóteses, trabalhar com dados e teorias, elaborar explicações, debater suas ideias com seus pares, além de relatar os procedimentos e conclusões a respeito do fenômeno estudado.

2.6. O papel do professor e dos alunos dentro do Ensino por Investigação

O papel do professor, em uma atividade investigativa, é muito diferente do seu papel no Ensino Tradicional no qual é visto como detentor do conhecimento e sua aula se baseia na transmissão de conteúdo conceitual. No Ensino por Investigação o professor deve ter claro que conteúdo conceitual é apenas uma das partes do conteúdo a ser ensinado, este também é composto por procedimentos relacionados às ciências, assim como por atitudes, valores e normas, sem as quais

os conceitos e procedimentos não seriam aprendidos (CARVALHO, *et al.*, 1998). É de extrema importância que o professor tenha isto bem claro, pois ele será o responsável por elaborar e aplicar a atividade.

Além disto, utilizando as ideias de Vygotsky (2008), dentro do meio ambiente escolar, o professor será responsável pela proposição de um problema legítimo aos alunos e pela condução destes no processo de construção do conhecimento.

É responsabilidade dele, também proporcionar situações em que haja cooperação entre os alunos, pois *“quando se aumentam as oportunidades de discussão e de argumentação, também se incrementa a habilidade dos alunos de compreender os temas ensinados e os processos de raciocínio envolvidos”* (CARVALHO, *et al.*, 1998). Porém apenas oferecer tais situações não é suficiente. O professor deve estar atento ao que ocorre durante a discussão e orientar sempre que necessário.

Também faz parte da competência docente saber lidar com o “erro” do aluno. Carece estar ciente de que o “erro”, quase sempre, expressa o pensamento do aluno tendo como base outro sistema de referência que não o científico, como queremos. Deve então possuir estratégias que lhe permita trabalhar em cima da resposta dada, fazendo com que o aluno migre do sistema de referência cotidiano para o científico (AZEVEDO, 2003).

Cabe também a ele avaliar a aprendizagem de seus alunos e aqui talvez esteja uma das maiores dificuldades, pois a avaliação tradicional, que tem como característica ranquear os alunos de acordo com o número de acertos às perguntas com respostas previamente estabelecidas, não dá conta de avaliar o Ensino por Investigação. Uma das propostas é utilizar a avaliação mediadora proposta por Hoffmann (1996) dos processos de ensino e aprendizagem, na qual:

“O professor deve assumir a responsabilidade de refletir sobre toda produção de conhecimento do aluno, favorecendo a iniciativa e a curiosidade no perguntar e no responder e ir construindo novos saberes junto com os alunos” (HOFFMANN, 1996, p.75-6 apud CARVALHO, *et al.*, 1998).

Com base em nosso referencial teórico, adaptamos a partir da ideia inicial encontrada na proposta do National Research Council (1996), o seguinte quadro, que busca elucidar algumas atitudes desejadas quando o professor se dispõe a trabalhar através da metodologia do Ensino por Investigação. Ela traz o que é comumente realizado dentro do Ensino Tradicional e o que é esperado dentro do Ensino por Investigação.

Menos ênfase em:	Mais ênfase em:
Seguir rigidamente o currículo	Selecionar e adaptar atividades ao currículo
Foco na aquisição de informação e excesso de memorização	Foco na compreensão do aluno e na utilização de conhecimentos científicos, ideias e processos relacionados à investigação (resolução de um problema).
Apresentar o conhecimento científico como algo acabado, através de palestras, textos e demonstrações.	Orientar os estudantes durante a investigação científica
Trabalhos individuais	Proporcionar oportunidades para a discussão científica e de debate entre os estudantes
Avaliar o que é facilmente mensurável	Avaliar habilidades e competências relacionadas ao fazer científico, além do conhecimento conceitual.
Avaliar o conhecimento científico	Avaliar o conhecimento científico e a estruturação do raciocínio
Avaliar para aprender o que os alunos não sabem	Avaliar para aprender o que os alunos entendem
Avaliar apenas a realização	Avaliar a realização e a construção do conhecimento

Quadro 2- Atitudes esperadas do professor no EI.

Dos alunos também é esperada uma mudança de comportamento em relação ao ensino tradicional, no qual atuam como meros receptores de informação. A proposta investigativa coloca o aluno no centro do processo de aprendizagem, ou seja, requer participação ativa deste dentro da atividade sugerida.

A aula deve estimular o aluno a se comunicar, refletir e argumentar. É importante que as ideias colocadas sejam confrontadas e que haja a necessidade de

reorganização do pensamento e construção de relações, permitindo assim o desenvolvimento de um raciocínio coerente, lógico (CARVALHO, *et al.*, 1998). O aluno é colocado frente ao problema e para resolvê-lo deve levantar hipóteses, questionar e defender seus pontos de vista, elaborar planos de trabalho, discutir os resultados. Estas são apenas algumas das habilidades e competências relacionadas ao aluno que podem ser desenvolvidas em uma atividade investigativa.

2.7. Concatenando as ideias a partir dos resultados das pesquisas realizadas no LaPEF – Indo um pouco além do referencial teórico

Se tomarmos como base as etapas de desenvolvimento da SEI apresentadas por Carvalho (2013), a sequência de ensino se iniciaria com a **proposição do problema**. Este pode apresentar distintas características, ou seja, pode ser um problema experimental ou uma demonstração investigativa, bem como ser gerado a partir de outros meios que não sejam experimentais. Porém a escolha do tipo de problema não interfere nas etapas que se seguem para que ocorra sua resolução pelos alunos. Após a proposição do problema feita pelo professor, os alunos iniciam, em pequenos grupos, sua resolução. Nesta etapa, uma importante ferramenta para analisar se o processo de AC, de fato, está ocorrendo é a utilização dos **indicadores de AC** propostos por Sasseron e Carvalho (2008). Aqui os alunos devem trabalhar com os dados seja na **seriação**, **organização** ou **classificação** das informações provenientes da manipulação do material didático e necessárias à resolução do problema proposto, segundo Sasseron e Carvalho:

“Estes três indicadores são altamente importantes quando há um problema a ser investigado, pois é por meio deles que se torna possível conhecer as variáveis envolvidas no fenômeno mesmo que, neste momento, o trabalho com elas ainda não esteja centralizado em encontrar relações entre elas e o porquê de o fenômeno ter ocorrido tal como se pôde observar.” (p.338, 2008)

Ainda nesta etapa, espera-se que haja o surgimento dos indicadores que sugiram o **levantamento** e o **teste de hipóteses**, mas que serão realmente

verificados em uma fase posterior que é a **sistematização dos conhecimentos elaborados no grupo** (Carvalho, 2013).

Aqui o material didático utilizado é recolhido e os pequenos grupos são desfeitos e reorganizados em um só grupo para que os resultados possam ser socializados. Esta é uma característica fundamental da ciência e que deve ser explorada durante seu ensino. Nesta etapa o professor, através de perguntas sobre ‘como’ o problema foi resolvido e o ‘porquê’ daquela escolha ter dado certo, faz com que seus alunos tomem consciência do que realizaram e passem da simples ação manipulativa, para a ação intelectual, na qual busca explicar o ‘porquê’ daquilo ter dado certo. Durante todo este processo, alguns indicadores de AC também podem estar presentes. Para o entendimento completo da situação-problema espera-se que os alunos, além de terem trabalhado com as hipóteses, justifiquem (**justificativa**) suas afirmações com base em evidências e busquem explicações lógico-causais (**explicação**). Para que tudo isto aconteça o pensamento dos alunos devem estar estruturados e uma indicação de que isto esteja ocorrendo é a **utilização de raciocínios lógico e proporcional** durante a discussão em grupo e a sistematização (Sasseron, 2008). Ao longo de todo este processo de investigação e argumentação, o aluno vai construindo conhecimentos tanto conceituais, como atitudinais.

A etapa seguinte da resolução de um problema diz respeito à construção de conhecimento individual do estudante. Nela, o aluno é solicitado a expor de forma escrita ou através de desenhos, o que aprendeu durante a realização da atividade, fazendo uma síntese sobre o conteúdo estudado.

A fase posterior da SEI é a utilização da leitura de textos que complementem a etapa de sistematização anteriormente feita. Esta leitura serve para retomar, tanto o processo de resolução do problema, quanto os conceitos construídos durante as discussões.

As etapas até aqui discutidas também estão em consonância com alguns dos **eixos estruturantes de AC**, propostos por Sasseron e Carvalho (2011). Nos momentos nos quais os alunos manipulam, levantam e testam hipóteses, argumentam sobre suas decisões e constroem coletivamente o conhecimento, o

eixo da compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais está sendo satisfeito. O **eixo da compreensão da natureza da ciência** também acaba satisfeito neste início, isto porque, ao ter que relatar os processos pelos quais chegaram à resolução do problema, os alunos muitas vezes tem que negociar significados e ideias, a fim de chegar a uma explicação comum que seja válida para todos.

A próxima etapa do desenvolvimento da SEI está relacionada à aplicação de atividades que levem à contextualização social do conhecimento, ou seja, àquelas que associem fenômenos do cotidiano do aluno aos conceitos construídos em sala de aula. Tal atividade também pode servir para aprofundar o conhecimento dos alunos em determinado conceito-chave, ou mesmo para introduzir algum conceito novo. Esta etapa se enquadra no terceiro eixo estruturante de AC que diz respeito ao **entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente**.

A última etapa desenvolvida está relacionada à avaliação dos alunos. Dentro da metodologia do EI os objetivos de ensino estão pautados tanto no “*aprendizado de conceitos, termos e noções científicas, quanto no aprendizado de ações, atitudes e valores próprios da cultura científica*” (Carvalho, 2013), logo a avaliação deve ter características inerentes a esta metodologia e é necessariamente formativa, buscando avaliar tanto conteúdos conceituais como atitudinais e processuais desenvolvidos pelos alunos ao longo das atividades.

Após apresentarmos as ideias sobre o EI e AC que são trabalhadas no LaPEF, teceremos algumas considerações a respeito de nossa visão sobre o EI.

2.8. Algumas Considerações Sobre o Ensino por Investigação

Após esta breve exposição, não nos arriscaremos, contudo, a propor um modelo nos moldes anteriormente vistos (BYBEE, *et al.*, 2006; DORAN, *et al.*, 2002; MAGNUSSON e PALINCSAR, 2006), porém acreditamos ser importante ressaltar as características deste tipo de ensino e o que esperamos do professor e do aluno em

sua interação em sala de aula para que a metodologia do Ensino por Investigação possa ser utilizada acertadamente.

Retomando nossa pergunta de pesquisa *“Quais pressupostos teórico-metodológicos devem dar suporte à elaboração de uma Sequência de Ensino Investigativa que tenha como objetivo fazer com que os estudantes avancem rumo à Alfabetização Científica?”*, pensamos que estabelecemos alguns pressupostos essenciais à elaboração de uma SEI.

Esta revisão nos mostrou que o objetivo da AC desejado é alcançado através de um ensino que seja capaz de desenvolver no aluno habilidades, competências e o conteúdo relacionados às ciências. Porém para se alcançar tal objetivo pensamos que o ensino tradicional, como descrito anteriormente neste trabalho, não dá conta, havendo a necessidade de uma mudança metodológica no ensino de ciências. Defendemos que o EI seja parte desta mudança, pois coloca o aluno dentro de um processo de investigação fazendo com que busque a solução a um problema previamente posto.

Outro ponto mostrado por nossa pesquisa é a importância da proposição de um problema para que a investigação se desenvolva dentro do EI. A busca por uma resposta, dentro do contexto da sala de aula, onde o aluno interage com o professor, colegas e material, faz com que o estudante passe a construir conhecimento científico. Este problema, não necessariamente deve ser experimental, mas deve desencadear o processo de investigação científica. Lembrando que não é o objetivo do EI que o aluno reproduza o que os cientistas fazem em laboratório, mas sim que adquiram habilidades, competências e conhecimentos que lhes serão úteis futuramente em seu dia a dia.

A inserção do aluno no processo investigativo faz com que o papel da Natureza da Ciência seja trabalhado ao longo de uma SEI. Ao buscar a solução do problema proposto o aluno percorrerá um caminho, que pode não ser lógico e evidente, mas que faz com que seu trabalho ganhe características de um trabalho científico. O aluno começa a entender como se dá o desenvolvimento da Ciência ao formular hipóteses e testá-las, coletar e analisar dados, discutir e relatar suas conclusões e negociar explicações plausíveis com seus pares até chegar a uma

resposta para o problema. Todas estas características estão ligadas ao “fazer ciência” (JIMENEZ-ALEIXANDRE, RODRIGUEZ e DUSCHL, 2000) e contribuem para desmistificar a ideia de que o conhecimento científico se desenvolve através de descobertas pontuais feitas por gênios solitários.

O papel que desempenhará o professor dentro do EI também é bastante diferente do tradicionalmente feito. Exige-se dele diversas habilidades no gerenciamento da sala enquanto a atividade é realizada, a começar por ser o responsável pela proposição do problema a ser investigado. Além disso, deve proporcionar um ambiente em que exista interação entre as partes envolvidas no processo de aprendizagem (alunos, professor e material), aumentando as oportunidades de discussão e argumentação. Ao professor também cabe o planejamento da implementação da SEI e a avaliação, tanto dos conhecimentos construídos pelos alunos, como das próprias atividades da sequência e de sua prática de sala de aula. A avaliação feita em classe deve ser diferente do que ocorre normalmente, passando a ser mediadora do processo de aprendizagem, conforme descrevemos anteriormente.

Ao aplicar uma SEI, pensamos que os professores devam ter claras algumas ideias básicas relacionadas ao EI para que a atividade de fato se desenvolva nestes pressupostos. Estas ideias serão tratadas com maior rigor na segunda fase desta pesquisa.

Assim julgamos que os pressupostos básicos para elaboração de uma atividade investigativa foram contemplados durante este capítulo. Buscaremos, no capítulo posterior, construir elementos que possam subsidiar uma análise das reuniões de planejamento para aplicação de uma SEI.

3. Metodologia de Pesquisa

3.1. A Pesquisa

Nossa pesquisa possui um caráter qualitativo e está dividida em duas etapas distintas. A primeira busca entender os pressupostos teóricos que suportam o EI e construir algumas relações entre os resultados de pesquisas que abordam este tema e nossa visão sobre ele. Na segunda etapa, buscamos identificar as ideias que os professores empregam ao planejar a aplicação de uma SEI. Para tal, coletamos os dados durante as reuniões para o planejamento da aplicação de uma SEI sobre a “Dualidade Onda-Partícula”, com professores que, além de lecionarem em escolas públicas, são integrantes do Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física da USP (LaPEF – USP) como estudantes de mestrado e doutorado.

3.1.1. A primeira etapa da pesquisa

Na primeira parte de nossa pesquisa tínhamos como intenção responder à pergunta: ***“Quais pressupostos teórico-metodológicos devem dar suporte à elaboração de uma Sequência de Ensino Investigativa que tenha como objetivo fazer com que os estudantes avancem rumo à Alfabetização Científica?”***. Apesar de já existirem algumas pesquisas sobre o assunto, nos dava a impressão de que faltava uma relação mais explícita entre ideias o EI, a AC e a elaboração das SEI.

Para dar conta de responder a esta pergunta, realizamos uma ampla revisão bibliográfica, abordando alguns dos estudos que são referência na área (AZEVEDO, 2004; BYBEE, 2006; CARVALHO, 2003; CARVALHO, VANNUCCHI, *et al.*, 1998; GIL-PÉREZ e CASTRO, 1996; JIMENEZ-ALEIXANDRE, RODRIGUEZ e DUSCHL, 2000; PRAIA, GIL-PÉREZ e VILCHES, 2007; SASSERON e CARVALHO, 2008) e

também alguns documentos oficiais (NRC, 1996; OECD, 2009; MILLAR e OSBORNE, 1998; BRASIL, 2000; UNESCO, 2005) que serviram de parâmetro para a construção de alguns modelos para implementação do EI diretamente em sala de aula (BYBEE, TAYLOR, *et al.*, 2006; DORAN, CHAN, *et al.*, 2002; MAGNUSSON e PALINCSAR, 2006; CARVALHO, 2013). Além disto, buscamos relacionar os principais pontos em comum que surgem quando observamos uma ampla gama de textos sobre o mesmo tema.

A partir desta análise, pudemos concatenar as ideias comuns e propor nossa visão sobre o EI e, posteriormente, sobre a elaboração das Sequências de Ensino Investigativas (SEI) tendo como base nosso referencial teórico.

3.1.2. A segunda etapa da pesquisa

A segunda etapa desta pesquisa procurou identificar, nas falas transcritas dos professores e do formador, as ideias balizadoras para o planejamento e avaliação da aplicação de uma SEI, buscando responder a seguinte pergunta:

“Quais ideias, balizadoras de suas ações em sala de aula, os professores empregam ao planejar e avaliar a aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa?”

Este trabalho faz parte de uma pesquisa mais ampla coordenada pela professora Dr.^a Anna Maria Pessoa de Carvalho, cujo título é “O Estudo da Promoção da Argumentação no Ensino de Ciências: da formação do professor à sala de aula”, que tem como objetivo introduzir no ensino de Física inovações que visem alfabetizar cientificamente o aluno. Para isto é proposto à integração de dois tipos de inovação: o planejamento e implementação das SEI, como uma inovação metodológica, e o trabalho com o conteúdo de Física Moderna e Contemporânea, como inovação curricular.

3.2. A Sequência de Ensino

A sequência de ensino utilizada em nossa pesquisa foi desenvolvida por Brockington (2005), em sua dissertação de mestrado. Nela o autor propõe um curso de aproximadamente 52 aulas sobre a discussão da Dualidade Onda-Partícula. Estas aulas foram divididas em 11 blocos temáticos a serem explorados ao longo de um ano letivo, iniciando-se com a abordagem do uso de modelos dentro da Física e terminando com a discussão sobre as interpretações quânticas sobre a natureza da luz. Aproveitamos deste curso o bloco que tinha como objetivo o ensino da “Dualidade: Onda Partícula”, composto por 10 aulas. É importante frisar que, desde o momento que foi concebida, tal sequência não tinha como objetivo ser investigativa, ou seja, possuía características distintas das que buscamos salientar em nosso trabalho. Barrelo Jr.(2010), também em sua dissertação de mestrado, adaptou esta sequência, em trabalho conjunto com seu grupo de pesquisa do LaPEF, para que pudesse ser trabalhada de maneira investigativa, seguindo grande parte do referencial teórico utilizado por nós. Ele buscava investigar a construção de argumentos científicos pelos alunos em uma aula de ciências que seguia os pressupostos teórico-metodológicos do EI, alcançando resultados satisfatórios, demonstrando que a adaptação feita na sequência de ensino original, criada por Brockington (2005), poderia ser replicada. A seguir trazemos um quadro que demonstra as atividades desenvolvidas durante as 10 aulas da SEI sobre a natureza da luz já adaptada por Barrelo Jr. (2010).

Aulas	Conteúdo	Atividade/Comentários	Objetivos
1	O Universo Físico	Atividade da caixa preta.	Apresentação da proposta de aula para os alunos; Levantamento das concepções sobre física que eles carregam; Motivá-los a refletir a respeito da "Natureza do conhecimento físico".
2	Efeito Fotoelétrico (EF)	Simulação sobre o EF na sala de informática; Após breve explicação, utilizar a simulação, alterando o comprimento da onda. Observar a cor da luz e a ocorrência – ou não – do EF.	Apresentação do EF através de uma simulação computacional; Manipulação do simulador pelos alunos; Levantamento e teste de hipóteses sobre o observado.

3	Efeito Fotoelétrico (EF)	Vídeo e análise da simulação. Discussão.	Apresentação de um vídeo sobre EF; Discussão e elaboração de conclusões a partir dos dados coletados na simulação.
4	Efeito Fotoelétrico (EF)	Questionário sobre efeito fotoelétrico; Entrega de texto para leitura em casa ao final.	Avaliação da aprendizagem através da resolução de um questionário sobre o EF; Propor a leitura de um texto sobre o EF em casa.
5	Onda ou partícula	Exposição dos slides sobre fenômenos luminosos e explicação como onda ou partícula.	Sistematização da atividade sobre o EF.
6	Interferômetro	Utilização do interferômetro de Mach-Zehnder (MZ) real e de Michelson (grupos se dividem).	Manipulação do Mach-Zehnder real pelos alunos e manipulação do interferômetro de Michelson.
7	Interferômetro	Simulação na sala de informática (applet da Universidade de Munique).	Manipulação da simulação computacional sobre o MZ.
8	Interpretações da Mecânica Quântica	Discussão em sala (apresentação de slides). Texto do Oswaldo Pessoa Jr. ao final da aula para leitura em casa.	Discussão sobre o que foi observado, as hipóteses levantadas e as conclusões tiradas pelos alunos durante as atividades com os interferômetros e com as simulações.
9	Interpretações da Mecânica Quântica	Discussão e encerramento.	Sistematização da atividade sobre o MZ; Apresentação das interpretações quânticas sobre a natureza da luz.
10	Encerramento	Exposição dialogada com filosofia da ciência/ Resolução do questionário de encerramento.	Sistematização de encerramento do bloco sobre natureza da luz; Avaliação da aprendizagem através da resolução de um questionário sobre as interpretações quânticas.

Quadro 3 - Sequência de Ensino Investigativa proposta por Barrelo Jr. (2010).

3.2.1. As Aulas e seus objetivos

A seguir temos a descrição de cada aula da SEI utilizada em nossa pesquisa.

3.2.1.1. Parte 1 – A Atividade da Caixa Preta

A primeira parte da SEI está planejada para ocorrer em 1 (uma) aula e se inicia com uma atividade que tem como objetivo apresentar o papel da construção de modelos para representação de conceitos científicos, visando mostrar que a Ciência é uma construção humana, sujeita a formulações e interpretações, distanciando-se daquela ideia leiga de que a Ciência é detentora de uma verdade pronta.

Nesta atividade é proposto que os alunos pensem em formas de representar mecanismos que expliquem adequadamente o funcionamento de uma caixa preta, para isto os estudantes observam e manuseiam a caixa, discutem em pequenos grupos a melhor explicação para o funcionamento da mesma. O objetivo é que eles, após as discussões, desenvolvam um modelo para tal.

Após a definição do melhor modelo pelos grupos, estes são solicitados a expor suas ideias frente aos demais colegas, havendo uma discussão mediada pelo professor a fim de validar os esquemas propostos. A sistematização do conhecimento ocorre pela leitura de um texto sobre modelos na ciência e no cotidiano, pela resposta a um questionário sobre este e pela correção e discussão a respeito pelo professor.

3.2.1.2. Parte 2 – O Efeito Fotoelétrico

Este conjunto de 3 (três) aulas tem como objetivo apresentar aos estudantes o limite científico encontrado no modelo ondulatório da luz, o efeito fotoelétrico, que tem sua explicação dada por Einstein através da utilização de um modelo corpuscular da luz, iniciando uma série de novos estudos a respeito da natureza da luz.

A primeira aula tem início com uma revisão dada pelo professor a respeito das naturezas ondulatória e corpuscular da luz. Então os alunos são colocados em dupla para realizarem o estudo do efeito fotoelétrico utilizando uma simulação de computador e um roteiro¹ semiestruturado para observações e interações. O objetivo do uso da simulação é que os alunos percebam que o efeito fotoelétrico não acompanha as previsões ondulatórias da Física clássica.

Na segunda aula é utilizado um vídeo disponibilizado pela Universidade de Ontário chamado ‘Dualidade Onda-partícula – Volume 1’, que trata sobre o efeito fotoelétrico e a dualidade da luz. Em seguida são realizadas discussões a respeito

¹ O roteiro para o estudo do fenômeno do efeito fotoelétrico pode ser encontrado em <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cuantica/fotoelectrico/fotoelectrico.htm> (acesso em 27/06/2012)

do conteúdo tratado no vídeo e sobre os resultados encontrados na simulação. Com isso o professor formaliza as explicações dadas pelos estudantes para o fenômeno enfatizando a necessária ruptura com a Física clássica para que o fenômeno pudesse ser explicado.

O encerramento desta segunda parte se dá com a leitura do texto '*O Efeito Fotoelétrico e o abalo na Teoria Ondulatória da Luz*' e também pela resolução de um questionário sobre seu conteúdo.

3.2.1.3. Parte 3 – Onda ou Partícula: Os Fenômenos Luminosos

Nesta terceira parte da SEI são apresentados os fenômenos luminosos para que os estudantes possam analisá-los e reconhecer as diferenças e limitações dos modelos para a natureza da luz.

Na primeira aula o professor faz uma exposição dialogada com os alunos sobre os fenômenos luminosos. Após a apresentação é solicitado aos estudantes que escrevam um texto argumentativo fazendo uma opção a respeito da natureza da luz, onda ou partícula, deixando bem claro que não há aqui certo ou errado, mas que serão analisadas as ideias utilizadas para sustentar a escolha feita.

Já na segunda aula é promovido um debate, no qual a sala é dividida em dois grandes grupos, o primeiro deve sustentar a visão ondulatória, já o segundo, a visão corpuscular. Após o embate de ideias, o professor retoma a apresentação da primeira aula, sistematizando os conceitos e mostrando as limitações das teorias ondulatória e corpuscular.

3.2.1.4. Parte 4 - O Interferômetro de Mach-Zehnder

Esta quarta etapa se desenvolve em 2 (duas) aulas e tem como objetivo a montagem, ajuste e observação do interferômetro de Mach-Zehnder, buscando fazer

com que o estudante entenda que as observações em Física são imediatas e que as hipóteses são feitas *a priori*.

A aula se inicia com a apresentação do Mach-Zehnder pelo professor, em seguida os alunos são divididos em dois grupos, um para trabalhar em classe, com o interferômetro real clássico e o outro para trabalhar com o simulador do interferômetro, na sala de informática.

Para o primeiro grupo o professor apresenta o interferômetro em funcionamento, chamando a atenção para os tipos de espelhos utilizados e para os padrões de interferência, denotando a validade do modelo ondulatório para a explicação do fenômeno. Após a apresentação o professor propõe que os alunos montem e ajustem o interferômetro a fim de encontrar os padrões de interferência visualizados anteriormente. Também é pedido que eles desenhem o esquema do interferômetro e procurem explicar, baseados no modelo ondulatório, o surgimento de tais padrões.

O grupo de alunos, que foi trabalhar com a simulação, é orientado a explorar as possibilidades do software.

Na aula seguinte há a inversão dos grupos, ou seja, o primeiro, que mexeu no interferômetro real, é encaminhado para a sala de informática para manipular o simulador, e o segundo é encaminhado para sala de aula para manipular o aparato real.

3.2.1.5. Finalizando a SEI – Discussão e Sistematização

A quinta etapa da sequência pode ocorrer em 02 ou 03 aulas, dependendo da disponibilidade de tempo no calendário escolar. O objetivo desta última etapa é fazer uma sistematização do conhecimento construído na atividade do Mach-Zehnder, fazer uma revisão com os alunos a respeito dos aspectos que levaram ao surgimento da Mecânica Quântica (MQ), discutir as interpretações da Quântica e verificar a aprendizagem dos estudantes ao final da sequência.

Na nona aula o professor, dispondo de um material multimídia, realiza uma apresentação sobre os fatores que levaram ao surgimento da MQ, explorando o comportamento dual da luz. Também é solicitado aos alunos que realizem em casa a leitura de um texto sobre o assunto.

Na aula seguinte os alunos são reunidos em um grande grupo para realizar uma discussão, mediada pelo professor, sobre o comportamento da luz no interferômetro e a extrapolação para a situação na qual a experiência é realizada com um único fóton. O objetivo da aula é estudar o comportamento dual da luz, a complementaridade e a noção de superposição de estados quânticos.

Os alunos são convidados a pensar sobre o as interações do fóton, enquanto o professor apresenta as noções básicas da MQ e as quatro interpretações para a natureza e comportamento da luz (PESSOA JR., 2003). Então é promovido um debate, no qual os alunos são colocados a defender uma das interpretações, buscando argumentos para tal e em seguida é feita uma sistematização do conhecimento pelo professor. A aula se encerra com a realização de um questionário que visa à verificação da aprendizagem pelos alunos.

3.3. As Reuniões com os Professores

Os professores que participaram desta pesquisa foram convidados para aplicar a SEI, pois já conheciam o tema e já haviam aplicado a sequência, porém sem utilizar os pressupostos teórico-metodológicos do EI propostos por Barrelo Jr (2010), tinham disponibilidade para participar das reuniões de planejamento e já faziam parte do grupo do LaPEF.

Após encontrarmos os professores que aplicariam a SEI, planejamos reuniões semanais para que pudessem ser discutidos alguns tópicos relacionados ao EI e à aplicação das atividades baseadas nesta metodologia. Nestes encontros, que eram gravados em áudio e vídeo, os professores debatiam com um formador, que já havia aplicado anteriormente esta sequência em seu formato investigativo, e entre si o que era esperado deles durante a implementação da SEI, as dúvidas que surgiam no

decorrer de seu desenvolvimento, dificuldades, ou quaisquer outras observações que julgavam necessária a discussão.

Buscamos, dentro das falas dos participantes do encontro, momentos que julgamos relevantes de serem identificados e analisados, nos quais aparecia a preocupação com o desenvolvimento da SEI em sala de aula. Nosso objetivo é identificar quais ideias os professores deveriam considerar, para que suas ações em sala de aula ocorressem de acordo com o esperado dentro da metodologia do EI.

A seguir apresentamos o cronograma das reuniões que ocorreram durante a aplicação da SEI. Neste quadro trazemos o tema de cada reunião e a data de quando ocorreu, bem como um breve resumo dos assuntos discutidos e as pessoas que estavam presentes nela. É importante ressaltar que nem sempre todos os professores estavam presentes ao mesmo tempo e isso acarretou que a aplicação das atividades, não necessariamente, foi síncrona entre os três professores.

Data	Tema	Resumo da Reunião	Professores Presentes
19/06/2012	Reunião 1 - Apresentação da SEI	Apresentar aos professores presentes todas as atividades da SEI de forma resumida, com seus objetivos e planejamento do tempo. Orientar sobre as primeiras atividades a serem implementadas. <i>Discussão sucinta de todas as aulas.</i>	Paulo, Rafael e Júlio
28/08/2012	Reunião 2 - Conhecendo o simulador do Efeito Fotoelétrico (EF)	Apresentação do simulador do EF e discussão sobre as previsões da ondulatória. Planejamento da atividade (simulador e discussão com os alunos). <i>Discussão sobre a aula 2</i>	Paulo, Rafael
11/09/2012	Reunião 3 - Orientações sobre a aplicação do texto e questionário do EF	Discussão sobre a aplicação do questionário e do texto relativo ao EF. Retomada das atividades da SEI. <i>Discussão sobre os resultados das aulas 2, 3 e aplicação da aula 4.</i>	Paulo, Júlio, Rafael e João
25/09/2012	Reunião 4 - Encerramento do EF e introdução ao Mach-Zehnder (MZ)	Discussão sobre a sistematização do EF e início da discussão sobre o Mach-Zehnder (Objetivos, planejamento e orientações). <i>Discussão sobre os resultados da aula 4 e 5 e aplicação da aula 6.</i>	Paulo, Júlio e Rafael

02/10/2012	Reunião 5 - Manipulação do MZ	Discussão sobre como trabalhar o Interferômetro de MZ real e virtual. Manipulação do material pelo professor que irá aplicar a atividade (Rafael). <i>Discussão sobre a aplicação da aula 6 e 7.</i>	Paulo, Rafael
09/10/2012	Reunião 6 - Manipulação do MZ	Discussão sobre como trabalhar o Interferômetro de MZ real e virtual. Manipulação do material pelo professor que irá aplicar a atividade (Júlio). <i>Discussão sobre a aplicação da aula 7 e 8.</i>	Paulo, Rafael e Júlio
16/10/2012	Reunião 7 - Discussão sobre o que ocorreu na atividade do MZ	Após aplicada a atividade, os professores voltam a se reunir para discutir os resultados em sala de aula. Discutem também implicações sobre o que os alunos observaram durante a atividade. Orientações para a sistematização da atividade do MZ. <i>Discussão sobre os resultados das aulas 6, 7 e 8 e aplicação das aulas 9 e 10.</i>	Paulo, Júlio, Rafael e João
04/12/2012	Reunião 8 - Avaliação final a respeito da SEI	Discussão sobre os objetivos da SEI, planejamento e adequações necessárias para sua implementação em sala de aula. <i>Reunião de avaliação da aplicação da SEI e discussão dos resultados da aplicação das aulas 9 e 10. Discussão sobre todas as atividades aplicadas.</i>	Paulo, Rafael e Júlio

Quadro 4- Cronograma das reuniões de planejamento da aplicação da SEI.

3.4. Caracterização dos Professores, Escolas e Turmas

Os três professores que se voluntariaram para a aplicação da Sequência de Ensino Investigativo utilizadas nesta pesquisa e que participaram das reuniões semanais de planejamento das atividades, são professores que já mantinham contato com o Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física da Universidade de São Paulo – LaPEF – USP. Estes professores participam, há algum tempo, do Núcleo de Pesquisas em Inovação Curricular – NUPIC, vinculado ao LaPEF, e que tem como objetivo a elaboração, aplicação, análise e disponibilização de atividades didáticas para o ensino de ciências a serem utilizadas por professores do ensino fundamental e do ensino médio.

É importante ressaltar também, que os três já haviam aplicado a sequência de ensino, em seu formato original, anteriormente. Logo já conheciam as atividades, mas não tinham experiência prévia com a proposta metodológica do EI, sendo, por

isto, necessárias as reuniões semanais de planejamento e discussão a respeito da implementação da SEI.

A fim de caracterizá-los durante esta pesquisa os identificaremos por Rafael, Júlio e João, para o formador, que orientava as conversas chamaremos de Paulo.

No quadro a seguir fazemos uma breve exposição a fim de situar o leitor dentro do contexto da pesquisa. Nele trazemos os professores participantes, as turmas que foram aplicadas a SEI e a quantidade delas, e a data de início da aplicação em cada caso.

Professor	Série	Quantidade de Turmas	Início da Aplicação	Término da Aplicação
Rafael	3º Ano EM	2 turmas da mesma escola	ago/12	Nov/12
Júlio	3º Ano EM	2 turmas da mesma escola	ago/12	Nov/12
João	3º Ano EM	1 turma em uma escola	out/12	Dez/12

Quadro 5 - Apresentação dos professores e turmas.

Cada professor leciona em uma escola pública do Estado de São Paulo situada em diferentes localidades. Rafael leciona em uma escola em Osasco; Júlio, em uma escola no bairro do Campo Limpo; e João, em uma escola em Guarulhos.

Também julgamos importante salientar que cada um dos professores aplicou a sequência em momentos distintos, porém os professores Rafael e Júlio logo conseguiram sincronizar suas aulas, ou seja, apesar de iniciarem com uma pequena defasagem um em relação ao outro, a partir da aula 6 (Interferômetro de Mach-Zehnder) conseguiram caminhar praticamente juntos com a aplicação das atividades. Já o professor João, por adequação a seu calendário escolar, só conseguiu iniciar a implementação da SEI em suas aulas, no mês de outubro, finalizando-a no início de dezembro, porém sempre participando de algumas das reuniões com os outros professores.

3.5. As Reuniões Analisadas

Ao todo foram gravadas oito reuniões que ocorreram enquanto a SEI estava sendo aplicada com os alunos. Destas escolhemos analisar três. A primeira tratava da apresentação das atividades e da metodologia utilizadas na SEI aos professores. A segunda reunião analisada tinha como objetivo a discussão de finalização da atividade do efeito fotoelétrico, bem como o planejamento da aplicação da atividade do interferômetro de Mach-Zehnder. A terceira tratava da reunião de encerramento da SEI, na qual se tinha como objetivo realizar com os professores uma discussão e avaliação dos resultados da aplicação da sequência de ensino. Nosso objetivo era obter dados que subsidiassem uma resposta satisfatória à nossa segunda pergunta de pesquisa: **“Quais ideias, balizadoras de suas ações em sala de aula, os professores empregam ao planejar a aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa?”**.

Abaixo observamos na tabela as reuniões escolhidas para a análise. É importante ressaltar que este quadro não traz todas as reuniões que ocorreram durante a aplicação da SEI, mas somente as selecionadas para a análise:

Data	Tema	Resumo da Reunião	Professores Presentes
19/06/2012	Reunião 1 - Apresentação da SEI	Apresentar aos professores presentes todas as atividades da SEI de forma resumida, com seus objetivos e planejamento do tempo. Orientar sobre as primeiras atividades a serem implementadas. Discussão sucinta de todas as aulas.	Paulo, Rafael e Júlio.
25/09/2012	Reunião 4 - Encerramento do EF e introdução ao Mach-Zehnder (MZ)	Discussão sobre a sistematização do EF e início da discussão sobre o Mach-Zehnder (Objetivos, planejamento e orientações). Discussão sobre os resultados da aula 4 e 5 e aplicação da aula 6.	Paulo, Júlio e Rafael.
04/12/2012	Reunião 8 - Avaliação final a respeito da SEI	Discussão sobre os objetivos da SEI, planejamento e adequações necessárias para sua implementação em sala de aula. Reunião de avaliação da aplicação da SEI e discussão dos resultados da aplicação das aulas 9 e 10. Discussão sobre todas as atividades aplicadas.	Paulo, Rafael e Júlio.

Quadro 6 - Reuniões selecionadas para análise.

3.6. Critérios de seleção das reuniões que foram analisadas

A primeira reunião (Reunião 1 - Apresentação da SEI) foi escolhida pelo fato de ser a apresentação da sequência de ensino, bem como da metodologia a ser utilizada durante a realização das atividades. Pensamos que as discussões presentes neste momento seriam interessantes para o trabalho, pois seria o primeiro contato dos professores com os elementos metodológicos propostos pelo EI. A segunda reunião analisada (Reunião 4 - Encerramento do EF e introdução ao Mach-Zehnder) foi uma forma que encontramos de olhar para as ideias discutidas pelos professores com o processo de aplicação da SEI já em andamento. A última reunião analisada (Reunião 8 - Avaliação final a respeito da SEI), teve como finalidade a avaliação de todo o processo de implementação da SEI, buscando identificar elementos que deram certo e outros que poderiam ser modificados a fim de que a sequência de ensino viesse a ser melhorada.

3.7. A construção das categorias de análise

3.7.1. As Categorias de Análise

A construção das categorias de análise foi resultado da observação prévia e contínua dos dados sempre balizadas pela teoria utilizada como referencial para o trabalho. Primeiramente foram realizadas as transcrições para que pudéssemos ter acesso ao texto proveniente das falas dos participantes dos vídeos. Em seguida foi efetuada a primeira leitura a fim de fixar alguns critérios e identificar alguns padrões que apareciam durante o diálogo e consequentemente pudessem se transformar em futuras categorias de análise. Foi utilizado como base para a definição destes critérios de seleção, todo o nosso referencial teórico, com foco específico em alguns autores (CARVALHO, *et al.*, 1998; ALEIXANDRE e BUSTAMANTE, 2003; AZEVEDO, 2004; BYBEE, 2006; CARVALHO, 2011), neste sentido buscamos

identificar algumas ideias sobre o planejamento da aplicação de uma atividade investigativa, sobre a metodologia do EI e sobre avaliação, a princípio da construção de conhecimento dos alunos.

A partir disto, foi realizada a primeira análise do material, com o objetivo de testar e verificar a existência de categorias mutuamente excludentes, o que nos levou então a um esboço mais elaborado de toda a codificação que seria utilizada para a análise dos dados trabalhados. Neste ponto, percebemos a necessidade de acrescentar, alterar categorias e de melhor defini-las, para que se tornassem compreensíveis.

Com as novas definições de cada categoria em mãos, reanalisamos parte dos dados selecionados e levamos tal análise para a discussão com o grupo de pesquisadores do LaPEF, com a intenção de validar as categorias criadas. Durante esta reunião houve algumas modificações em nomes e definições de algumas categorias, bem como a criação de uma nova, que tratava sobre a experiência docente.

Após isto, foi feita a descrição detalhada de cada uma das categorias e, em seguida, uma nova análise dos dados selecionados e apresentação e discussão com o grupo de pesquisadores do LaPEF, validando assim a construção das categorias. Os resultados desta análise poderão ser encontrados em um capítulo posterior deste trabalho. Tais categorias estão apresentadas sucintamente no quadro abaixo e a forma como foram construídas é descrita a seguir.

Categorias	Subcategorias	Sumário das Ideias
Ideias sobre o planejamento didático (I.1)	<i>Antecipação de problemas e/ou questionamentos durante a aplicação da atividade (I. 1).</i>	Durante o planejamento da atividade o professor é capaz de prever questionamentos que os alunos poderão trazer em sala de aula ou problemas relacionados à aplicação da atividade.
	<i>Atenção aos pré-requisitos dos alunos (I. 1).</i>	Preocupações que o professor deve ter sobre os pré-requisitos, de conteúdo ou cognitivos, necessários ao aluno para que ele possa reconstruir conhecimento com base na atividade proposta.
	<i>Atenção aos objetivos da atividade (I. 1).</i>	Atenção do professor aos objetivos da atividade a ser desenvolvida.

Ideias sobre o planejamento metodológico (I.2)	<i>Sugestões ou observações sobre as interações entre professor, alunos e material (I. 2).</i>	Ideias sobre como abordar os conteúdos para que a aula se caracterize metodologicamente como investigativa, mantendo os pressupostos do EI.
	<i>Sugestões ou observações sobre o uso do material (I. 2).</i>	Orientações a serem dadas aos alunos sobre a utilização dos recursos didáticos necessários à realização da atividade.
	<i>Sugestões ou observações sobre as ações procedimentais (I. 2).</i>	Organização e orientação dos alunos para que a atividade se desenvolva seguindo seu planejamento e seus objetivos finais.
Ideias Organizacionais (I.3)	Atenção aos recursos didáticos: disponibilidade, manipulação e características (I. 3).	Necessidade de o professor planejar o uso dos materiais a serem utilizados durante a atividade, quanto a sua disponibilidade e quanto ao conhecimento de seu manuseio.
	Planejamento de tempo para a realização da atividade (I. 3).	Preocupação durante o planejamento com a disponibilidade de tempo de aula para a realização das atividades propostas.
Atenção à construção do conhecimento pelo aluno (I.4)	O professor relata que o aluno constrói conhecimento a partir das interações em sala de aula (I. 4).	Busca identificar nas falas do professor, situações nas quais o aluno conseguiu evoluir em sua linha de raciocínio após a interação com o professor, com os outros alunos ou com o material didático.
Ideias para o replanejamento e avaliação das atividades aplicadas (I.5)	Reflexão e avaliação sobre os resultados da aplicação da atividade investigativa (I. 5).	Ideias ou observações que surgem quando o professor avalia suas ações, ou a própria atividade, e a partir disto é capaz de tirar conclusões sobre os resultados.
	Sugestões ou observações sobre as atividades (I. 5).	Ideias ou observações que tinham como objetivo propor alguma modificação na atividade com o objetivo de melhorá-la.
Relatos ou observações a partir da experiência docente (I.6)	Não há	Ideias ou observações que surgem com base na experiência profissional do professor.

Quadro 7 – Categorias de Análise

Ao observarmos as categorias podemos perceber uma nítida separação temporal entre elas. As três primeiras ideias, sobre planejamento didático (I.1), sobre planejamento metodológico (I.2) e organizacionais (I.3) são esperadas nas reuniões que discutem o planejamento da aplicação da atividade investigativa, já as ideias sobre a construção de conhecimento dos alunos (I.4) e para o replanejamento e avaliação das atividades aplicadas (I.5) surgem quando há discussão sobre o que já foi aplicado, ou seja, quando os professores estão fazendo uma reflexão a respeito do que ocorreu durante o desenvolvimento da atividade. A última categoria, relatos

ou observações a partir da experiência docente (I.6), não nos parece que siga algum padrão temporal como o apresentado anteriormente, logo o aparecimento dela é esperado a qualquer momento das reuniões.

3.7.2. Ideias relacionadas ao planejamento da aplicação das atividades investigativas

Como já visto, a mudança metodológica para o Ensino por Investigação exige que o professor reveja algumas de suas práticas a fim de explorar ao máximo as possibilidades do EI, como colocar os alunos dentro do processo de investigação, permitir que eles argumentem sobre seus dados e conclusões e que construam conhecimento a partir das atividades propostas.

Dentro da perspectiva construtivista, o entendimento de conteúdo passa a abranger não apenas a parte conceitual da disciplina estudada, mas agrega a ele os procedimentos e atitudes que, quando inseridos dentro do contexto do ensino de ciências, se tornam ainda mais importantes, pois a Ciência está repleta de procedimentos específicos que devem fazer parte da aprendizagem dos estudantes (CARVALHO, *et al.*, 1998).

Quando olhamos para as responsabilidades do professor dentro do EI, Carvalho (2003) atenta para a necessidade do “saber” e do “saber fazer”. Dentro das ideias propostas pela autora, se faz importante que os professores saibam construir atividades inovadoras que busquem desenvolver nos alunos conceitos, habilidades e atitudes relacionadas às ciências, mas tão importante quanto, é que saibam direcionar o desenvolvimento do trabalho para que os estudantes realmente alcancem os objetivos propostos. Pensamos que, para caminhar em nossa meta de alfabetizar cientificamente os alunos, o professor deve criar um ambiente em sala de aula que fomente a argumentação dos alunos. Alguns autores ressaltam a relevância do raciocínio argumentativo dentro do ensino de Ciências, colocando que a proposição de justificção de enunciados, visando à explicação dos fenômenos da

natureza, seja um dos objetivos principais da investigação científica (JIMENEZ-ALEIXANDRE, RODRIGUEZ e DUSCHL, 2000).

Anteriormente, na explicitação dos trabalhos que fundamentaram nossa pesquisa, mostramos que o papel do professor sofre algumas transformações em relação ao ensino tradicionalmente praticado. Uma mudança característica está na forma como ele passa a conduzir sua aula. Ao propormos a promoção das práticas argumentativas como requisito à construção do conhecimento científico fica evidente a necessidade de o professor conhecer ideias novas que o ajudarão durante o desenvolvimento das atividades.

3.7.3. Ideias sobre o planejamento didático

A primeira ideia balizadora que propomos, chamamos de “**Ideias sobre o planejamento didático**”. Nela estamos preocupados com o trabalho pré-aula, ou seja, com as precauções a serem tomadas antes da aplicação da atividade. O professor deve ter claro quais os objetivos a serem alcançados com a atividade proposta, quais os pré-requisitos, tanto conceituais, quanto procedimentais, são necessários para que o aluno consiga construir o conhecimento desejado e, caso ainda não os tenha, pensar em como sanar o problema previamente. Dentro deste planejamento também é recomendado que o professor tenha a capacidade de antecipar possíveis problemas e questionamentos que possam aparecer ao discutir ou desenvolver as atividades em sala de aula, ou seja, que ele conheça os pontos críticos da atividade proposta. Ao observarmos as características desta categoria propomos que ela seja dividida em três subcategorias, que seriam: **Antecipação de problemas e/ou questionamentos durante a aplicação da atividade** – buscamos observar nas reuniões de planejamento situações nas quais os participantes, ao serem apresentados à atividade, pudessem ser capazes de prever possíveis questionamentos ou problemas a serem enfrentados durante a implementação da proposta de ensino; **Atenção aos pré-requisitos dos alunos** – Aqui tentamos identificar na fala entre os professores e o formador as preocupações sobre os pré-

requisitos, de conteúdo ou cognitivos, necessários para que o aluno fosse capaz de construir conhecimento a partir da atividade proposta; **Atenção aos objetivos da atividade** – Neste ponto, a intenção é verificar nas conversas gravadas a necessidade de o professor sempre estar atento aos objetivos da aula para que a aprendizagem (embora não seja este o foco deste trabalho) pudesse ser avaliada posteriormente.

3.7.4. Ideias sobre o planejamento metodológico

A segunda ideia balizadora proposta é a que chamamos de “**Ideias sobre o planejamento metodológico**”. Nela buscamos elucidar a diferença entre o ensino tradicional e o investigativo. No primeiro, por exemplo, as interações em sala de aula ocorrem, quase que exclusivamente entre o professor e o aluno, caracterizando um método de transmissão e recepção de conhecimento. Nele as interações entre os alunos são vistas como atos de indisciplina, que perturbam o andamento da aula. Neste tipo de ensino as respostas às perguntas são dadas pelo professor e a ciência se torna um acumulado de fatos e conceitos prontos para serem transmitidos. O que deve ficar claro no ensino por investigação é que partiremos da colocação de um problema, que faça sentido para o aluno, e buscaremos que ele argumente, com outros alunos e com a orientação do professor, em cima das hipóteses, relacionadas ao seu conhecimento prévio e não científico, reflitam e discutam, em pequeno e grande grupo, uma solução para o problema proposto. Segundo Carvalho *et al.*:

“O professor tem um papel muito importante nas atividades em grupo: durante todo o tempo, deve estar atento ao que acontece em cada grupo para auxiliá-lo quando necessário, para discutir regras de convivência, para elogiar.” (p. 32; 1998)

É importante que o professor saiba estimular a conversação e orientar os alunos, através de novos questionamentos, para que juntos construam conhecimento científico acerca do conceito estudado. Para Azevedo:

“O professor que se propuser a fazer de sua atividade didática uma atividade investigativa deve tornar-se um professor questionador, que argumente, saiba conduzir perguntas, estimular, propor desafios, ou seja, passa de um simples expositor a um orientador do processo de ensino” (p.25; 2004)

Ao olharmos para as reuniões gravadas, percebemos que esta categoria também poderia ser dividida em algumas subcategorias que chamamos de “**Sugestões ou observações sobre as interações entre professor, alunos e material**”; “**Sugestões ou observações sobre o uso do material**”; e “**Sugestões ou observações sobre as ações procedimentais**”.

Com a primeira subcategoria, “**Sugestões ou observações sobre as interações entre professor, alunos e material**”, queremos elucidar os momentos, dentro das discussões entre formador e professores, nos quais surgem propostas metodológicas para que a abordagem do conteúdo em sala de aula siga os pressupostos do EI. Pensamos aqui, na forma com que o professor orienta e organiza seus alunos, durante toda a realização da atividade, levando em conta seu planejamento e os objetivos finais. Nele, estamos preocupados em identificar quais sugestões surgem e são capazes de auxiliar o professor para que ele, dentro da proposta metodológica utilizada, promova e conduza interações entre aluno-aluno, entre aluno-professor e entre aluno-material didático. Aqui é muito importante que o professor tenha claro que o desenvolvimento da aula será diferente do que ocorre dentro de um ensino tradicional, seu papel estará em encaminhar as discussões a partir das falas de seus alunos, não oferecendo respostas prontas, visando sempre que a construção do conhecimento surja das interações argumentativas entre os indivíduos da sala de aula.

É importante ressaltar que tais “sugestões ou observações” podem não ser dadas apenas pelo formador, mas muitas vezes compartilhadas entre os professores.

Com a segunda, “**Sugestões ou observações sobre o uso do material**”, buscamos identificar nas conversas os momentos em que surgem ideias a respeito da orientação para os alunos na utilização do material empregado durante as atividades investigativas. No EI, esta interação entre o aluno e o material é

importantíssima, pois muitas vezes este último se apresenta como um dos mediadores no processo de aprendizagem.

Na última subcategoria apresentada, “**Sugestões ou observações sobre as ações procedimentais**”, procuramos trazer os momentos da reunião em que surgiram sugestões para que o professor atuasse diretamente com a *organização do espaço da sala de aula e dos alunos para cada atividade*. Apesar da SEI estar voltada para a resolução de um problema específico, cada atividade cumprirá parte deste objetivo e poderá apresentar formatos diferentes (atividades em pequeno grupo, atividades em grande grupo, atividades individuais), necessitando organizações diferentes em sala de aula, por exemplo, em uma atividade manipulativa, na qual os alunos tem que realizar algum experimento, é indicado que se organizem em grupo, pois queremos que discutam, tomem decisões e relatem o que fizeram, porém em uma atividade, na qual eles devam responder um questionário sobre o que já foi discutido, é aconselhável que estejam dispostos individualmente, pois é um momento no qual devem expressar o que aprenderam sobre o assunto individualmente.

3.7.5. Ideias Organizacionais

Outra ideia balizadora que propomos neste trabalho trata sobre a preocupação necessária com os materiais e com o tempo e a chamamos de “**Ideias Organizacionais**”. Como o próprio nome já diz, são ideias relacionadas à estrutura necessária para o desenvolvimento da atividade investigativa. Muitas vezes, ao elaborar a atividade, o professor faz uso de recursos didáticos diversos, como apresentações em slides, uso de simulações computacionais, de material de laboratório, bem como textos impressos ou qualquer outro expediente necessário à realização do que foi proposto. Além de preocupações com a estrutura física necessária e disponível, o professor deve estar atento para a quantidade de tempo que irá utilizar para aplicar a atividade ou a sequência de atividades. Muitas vezes o que é planejado para acontecer em uma aula, ou em um período de tempo pré-

determinado, acaba durando mais que o esperado, devido às peculiaridades encontradas no ambiente escolar, tal qual, uma discussão que se estendeu mais que se aguardava, ou uma reunião pedagógica marcada as pressas, ou mesmo algum evento que não constava no calendário. O professor deve estar preparado para lidar com tais circunstâncias e minimizar um eventual prejuízo pedagógico que estas podem causar durante a aplicação de uma SEI.

Buscando maior clareza no momento de analisar os dados coletados, optamos por dividir esta categoria em duas subcategorias: a primeira, “**Atenção ao material: disponibilidade, manipulação e características**”, está relacionada à preocupação que o professor deve ter ao planejar o uso dos materiais didáticos necessários a execução da tarefa. É importante ressaltar que dentro desta subcategoria estamos olhando, não apenas para a disponibilidade do material, mas também para a necessidade de o professor conhecer e saber manipular o aparato a ser utilizado em sala de aula. Por isso, em nossas reuniões, sempre que necessário, apresentávamos estes recursos previamente ao professor, deixando que ele os manipulasse e realizando uma discussão a respeito de observações ou dúvidas trazidas durante o manuseio.

A segunda subcategoria, “**Planejamento de tempo para a realização da atividade**”, tem como objetivo identificar trechos nos quais os professores e/ou seu formador, trazem especificamente a preocupação com o planejamento do tempo para o desenvolvimento das tarefas.

3.7.6. Ideias sobre avaliação

Outra ideia, que julgamos ser necessário ao professor possuir antes da aplicação de uma SEI, é a da avaliação. Mas não no sentido “tradicional” que geralmente é associado à avaliação, àquela com intenção de quantificar o nível de aprendizado do aluno, e sim tratá-la como algo natural e necessário dentro da prática docente, estando esta mais associada há uma reflexão crítica, por parte do professor, na intenção de ajudar seu aluno a construir conhecimento ou mesmo

replanejar uma atividade a partir dos resultados obtidos durante a sua aplicação. Para tanto acreditamos que esta ideia possa ser dividida em duas frentes distintas, a primeira relacionada à construção de conhecimento pelos alunos e a segunda relacionada ao replanejamento e avaliação das atividades aplicadas.

Dentro da proposta investigativa o professor deve entender que a ideia de avaliação é diferente da utilizada no ensino tradicional, no qual o objetivo é classificar os alunos, assumindo o papel de controle, visando adequar o planejado e o aprendido, segundo Carvalho *et al*:

“Neste tipo de avaliação mede-se apenas a competência do aluno em memorizar e repetir informações que lhe foram transmitidas durante a aula” (p.34; 1998)

A partir disto, propomos uma categoria que se chama **“Atenção à construção do conhecimento pelo aluno”**.

3.7.6.1 Atenção à construção do conhecimento pelo aluno

Aqui sugerimos, como Carvalho *et al*. (1998), que a avaliação mediadora seja utilizada como um instrumento de aprendizagem, oferecendo a cada aluno a ajuda de que ele precisa para avançar no processo de construção do conhecimento. Este tipo de avaliação deve estar presente em todas as etapas do ensino. É no momento da avaliação que o professor, segundo Carvalho *et al*:

“Deve parar de julgar o quanto a resposta de A foi melhor que a de B e indagar: Que perguntas ou situações devo propor a B para que ele também possa construir seu conhecimento e superar suas dificuldades? É pela avaliação, contínua e diária, que vemos não só se os alunos estão aprendendo, mas também e principalmente, se estamos conseguindo ensinar-lhes algo.” (p.35; 1998)

Dentro de nossa pesquisa olharemos para esta categoria indiretamente, ou seja, não analisaremos a interação ocorrida em sala de aula, mas tentaremos identificar nas falas dos professores que aplicarão a SEI, os relatos de situações em

que tiveram que intervir para que o aluno conseguisse prosseguir em sua construção de conhecimento. Entendemos que ao fazer esta intervenção o professor deve avaliar o que está sendo dito pelo aluno para poder encontrar a melhor maneira de encaminhar a discussão, de forma que o conceito científico possa ser aprendido pelo estudante. Porém as interações em uma aula investigativa ocorrem não só entre professor-aluno, mas também entre aluno-aluno e aluno-material didático. Também buscaremos, com esta categoria, identificar, a partir dos relatos dos professores, momentos nos quais os estudantes puderam evoluir em sua linha de raciocínio, construindo conhecimento, a partir de tais interações.

É importante que fique claro que associamos aqui a ideia de avaliação a uma reflexão, tanto do professor, com a intenção de orientar seu aluno durante o processo de ensino, quanto do aluno, que a partir das interações pode evoluir em sua linha de raciocínio sendo que, em ambos os casos, há o objetivo da construção de conhecimento pelo estudante.

3.7.6.2. Ideias para o replanejamento e avaliação das atividades aplicadas

Propomos também outra categoria, **“Ideias para o replanejamento e avaliação das atividades aplicadas”**, que está relacionada à reflexão que o professor faz após a aplicação de cada atividade em sala de aula. Tal reflexão pode apontar para a necessidade de mudanças na SEI, ou trazer relatos docentes sobre suas ações durante a aplicação, ou até mesmo trazer uma avaliação, por parte do professor, sobre os resultados da aplicação de cada atividade. É importante ressaltar que tal avaliação ocorre sempre *a posteriori*.

Neste caso também utilizamos duas subcategorias. A primeira, **“Reflexão e avaliação sobre os resultados da aplicação da atividade investigativa”**, trata de uma autoavaliação sobre suas ações em sala de aula e também da avaliação da própria atividade, ou seja, o professor é capaz de tirar conclusões sobre os resultados após a aplicação da atividade. A segunda, **“Sugestões ou observações sobre as atividades”**, surge após uma reflexão sobre a aplicação da atividade e tem

como objetivo a proposição pelo professor de modificações nas atividades com o objetivo de melhorá-las.

3.7.7. Relatos ou observações a partir da experiência docente

Nesta categoria de análise serão agrupados relatos que o professor traz para a discussão proveniente de sua experiência docente e que, não necessariamente, estão relacionadas à metodologia do EI. A intenção é valorizar a vivência em sala de aula, dos professores participantes da formação, e explicitar que seu conhecimento adquirido ao longo do tempo pode e deve contribuir em sua própria formação, levando-o a aprimorar constantemente sua prática.

3.8. A organização dos dados e da análise

3.8.1. Os dados da segunda etapa da pesquisa

Os dados brutos desta pesquisa foram coletados durante a gravação, em áudio e vídeo, das reuniões entre os professores aplicadores da SEI (Rafael, Júlio e João) e um formador (Paulo). A partir disto, foi realizada a transcrição de todas as falas dos participantes, dividindo-as em turnos, que se encerravam quando um participante deixava de falar, dando lugar à fala do outro. Tais dados foram divididos inicialmente em tabelas com três colunas que representavam o número do turno transcrito, o autor da fala e a fala transcrita.

3.8.2. A organização da análise

A organização dos dados trabalhados para o início da análise se deu após a elaboração das categorias de análise. Com isto as tabelas que inicialmente tinham três colunas (uma para o turno, uma para o autor e uma para as falas) foram levemente modificadas. Foi mantido o número de três colunas, porém durante a análise a primeira se referia ao número do turno, a segunda, ao autor e sua fala e a terceira, às categorias de análise.

3.8.2.1. A associação das categorias de análise às falas transcritas

Para facilitar a visualização e a relação entre a fala transcrita e as categorias de análise, optamos por colorir distintamente cada uma das categorias. Como resultado disto, ao classificar qualquer parte da fala transcrita de acordo com seu enquadramento em uma de nossas categorias, tal trecho era recolorido, seguindo o padrão de cores apresentado logo abaixo.

Categorias	Cores Utilizadas
Ideias sobre o planejamento didático (I.1)	Verde
Ideias sobre o planejamento metodológico (I.2)	Azul
Ideias Organizacionais (I.3)	Preto
Atenção à construção do conhecimento pelo aluno (I.4)	Vermelho
Ideias para o replanejamento e avaliação das atividades aplicadas (I.5)	Roxo
Relatos ou observações a partir da experiência docente (I.6)	Laranja

Quadro 8 - Cores das categorias de análise

Em alguns momentos, dentro das falas transcritas, surgiam trechos que satisfaziam mais de uma das categorias simultaneamente, dificultando a utilização das cores. Para resolver este problema utilizamos, nestes casos, a ferramenta de 'realce do texto', exemplificado no trecho a seguir.

Turno	Transcrição	Categorias
59	Paulo – (...) a gente vai deixar, a metade da sala vai tentar defender que é a onda, e metade vai defender que é a partícula. E eles vão ter que usar os argumentos do que eles viram nas aulas anteriores. E aí a gente... é como se fosse um jogo simulado... vai pegar 2 ou 3 alunos para arbitrar e o restante da sala tá dividido. E aí eles vão ter que fazer um debate entre eles usando como base o que eles viram nas aulas, e o material que a gente mandou escrito pra eles ao longo dessas aulas. E aí eles vão ter que fazer isso e tentar mostrar...	<i>Sugestões ou observações sobre as ações procedimentais (I. 2)/</i> <i>Sugestões ou observações sobre as interações entre professor, alunos e material. (I. 2) /</i> <i>Sugestões ou observações sobre as ações procedimentais (I. 2)</i>

Quadro 9- Exemplo de utilização da ferramenta de realce de texto.

Neste exemplo percebe-se que todo o turno se refere à categoria ***Ideias sobre o planejamento metodológico (I.2)***, porém há uma divisão entre suas subcategorias. Até o primeiro ponto final, se refere às ***Sugestões ou observações sobre as ações procedimentais (I. 2)***. A partir dele até o próximo ponto final, se refere às ***Sugestões ou observações sobre as interações entre professor, alunos e material. (I. 2)***, e neste trecho utilizamos a ferramenta de realce do texto, assim conseguimos separar as partes da mesma categoria no mesmo turno. Após a última palavra realçada se inicia o trecho da transcrição referente à subcategoria ***Sugestões ou observações sobre as ações procedimentais (I. 2)***.

É importante ressaltar que neste exemplo utilizamos o realce para diferenciar trechos dentro de uma mesma categoria, porém durante o trabalho tal ferramenta também foi utilizada para diferenciar trechos que se enquadravam em categorias distintas, simultaneamente.

4. Análise dos dados

4.1. Reunião 1 (19-06-2012) – Apresentação da SEI aos Professores

Esta reunião ocorreu antes do início da aplicação da SEI sobre a natureza da luz e teve como objetivo fornecer aos professores aplicadores uma visão geral sobre as atividades, a metodologia do EI e também sobre as estratégias de tomada de dados para a pesquisa, embora este último ponto não seja discutido neste trabalho.

Estavam presentes os professores aplicadores Júlio e Rafael, bem como o formador Paulo. A discussão envolveu os objetivos de cada uma das atividades, bem como orientações sobre o uso dos recursos didáticos necessários em cada etapa da sequência, além de outros aspectos relacionados à aplicação da SEI.

Tema da reunião	Aulas Discutidas	Participantes	Momento da Aplicação
Apresentação da SEI e suas atividades	Toda a SEI	Paulo	
		Júlio	Ainda não iniciou
		Rafael	Ainda não iniciou

Quadro 10 – Apresentação da reunião

No primeiro episódio analisado foi feita a apresentação das atividades iniciais da SEI, bem como a exposição do cronograma planejado para as aulas. A princípio o objetivo era o de apresentar, não só as atividades, mas também a metodologia do EI aos professores, pois estes ainda não haviam trabalhado sob esta perspectiva de ensino.

Abaixo trazemos a análise e discussão deste primeiro episódio.

Turno	Transcrição	Categorias
1	Paulo - ... a sequência que foi feita por mim e pela Bia, e qual a substituição que a gente fez? A gente tirou aquela (Inaudível) e a gente introduziu a utilização do Mach-Zehnder real e da simulação lá da Universidade de Munique. Por que essa da Universidade de Munique e não Fernanda Ostermann lá do Rio Grande do Sul? Porque a de Munique é uma reprodução exata do próprio Mach Zehnder que a gente tem. Então o aluno pode... ele tem o concreto, a visão do Mach Zehnder e como ele é construído aqui, com o propósito (Inaudível). E na simulação ele tem a mesma disposição. Porque os outros que a gente viu, eles são de umas variações, de posição de espelho, essas coisas. Então, para eliminar esta	Atenção aos recursos didáticos: disponibilidade, manipulação e características. (l. 3)

	variável a gente está usando esse aí que reproduz de forma idêntica a simulação. Para lembrar um pouquinho qual que é a sequência que a gente pretende. A ideia básica qual é? A gente começa discutindo com os alunos a primeira atividade do curso de dualidade, que é a caixa preta. E aí a gente apresenta pra eles o texto, depois da discussão, a gente faz o desenho e tudo mais...	Atenção aos objetivos da atividade (I. 1)
2	Júlio - Aquele dos modelos. Eu já tinha ele aqui separado já.	Atenção aos recursos didáticos: disponibilidade, manipulação e características. (I. 3)
3	Paulo - Isso. É o mesmo. Então a nossa primeira atividade é a caixa preta. Por que o que a gente vai fazer? A física clássica entende o mundo de duas maneiras, ou é onda ou é partícula e essas coisas são complementares e antagônicas. Não dá pra mesma entidade física essas duas coisas. Então esse é o entendimento. Aí a gente faz essa discussão, faz a discussão de modelo. A ideia é do próprio textinho que tinha no curso de dualidade, que é uma representação, que não é o real, mas é o acesso que a gente tem, externo. Então essa é a primeira discussão. O pressuposto é que eles já tenham visto aquelas outras partes de propriedade de luz, porque tá na grade e normalmente ele já viu, porque isso é conteúdo pra aluno de terceiro ano. Então a gente não vai discutir...	Atenção aos objetivos da atividade (I. 1) Atenção aos pré-requisitos dos alunos (I. 1)
4	Júlio - Então, eu já retomei isso com os meus alunos. A gente viu isso, bastante, ano passado. Essa parte da luz como onda eletromagnética, etc.	Atenção aos pré-requisitos dos alunos (I. 1)
5	Paulo - O que dá pra fazer...	
6	Júlio - Então, como eu já tenho aula com eles a semana que vem, eu queria dar... apesar de que eu estou encerrando prova, tudo, essa semana, com eles. Eu já vou finalizar. Como semana que vem o quórum ainda vai estar bem alto, porque devolutiva de prova e trabalho, então eu vou aproveitar, como sempre a aula é dobradinha, eu vou aproveitar apenas uma aula só pra dar uma retomada, resgatar um pouco isso aí de novo com eles e deixar isso aí como ponto de partida pra o que a gente vai fazer no semestre que vem.	Planejamento de tempo para a realização da atividade (I. 3) Atenção aos pré-requisitos dos alunos (I. 1)
7	Paulo - Maravilha. Também a gente tem que sistematizar. A gente fez, na parte que a gente teve na adaptação, no curso de dualidade, a gente tem, de onde estamos até onde viemos que é aonde a gente vai. Então a gente tem uma aula que é expositiva, no PowerPoint, em que a gente faz essa retomada, a gente parte da ideia que eles já viram tudo e tá fazendo uma revisão. Então uma aula de revisão, mostrando ponto a ponto. Discutimos a onda-partícula... Discutimos modelo. Depois da discussão de modelo, fenômenos elétricos, fenômenos luminosos. Tem toda essa discussão e aí a gente pergunta pros alunos e no final mostra as propriedades da luz e aí pede pra eles uma redação. Na verdade, um texto dissertativo. Não é fácil falar... Pra você o que é a luz? É onda ou é partícula? Não importa pra gente a escolha que eles fazem, o que importa é como é utilizado o conhecimento em cima disso. O quê que eles usam pra subsidiar se é onda ou se é partícula. Aí vai ser a segunda atividade que a gente vai ter deles, registrada. A primeira, da caixa preta e a segunda é a dissertação da natureza da luz.	Atenção aos pré-requisitos dos alunos (I. 1) Atenção aos objetivos da atividade (I. 1) Atenção aos objetivos da atividade (I. 1)
8	Júlio - O, Paulo, você está pensando... você considera que eles tiveram 8 aulas. Mas você está pensando 8 aulas, no sentido, assim, por exemplo, eu tenho aulas dobradinhas. Esse encontro nosso...	Planejamento de tempo para a realização da atividade (I. 3)
9	Paulo - Não, não são 8 encontros. São 8 aulas de cinquenta minutos.	
10	Júlio - Aulas de cinquenta minutos.	
11	Paulo - Isso. Quatro encontros no total.	

12	Júlio - <i>Então, era isso que eu ia te perguntar. Porque eu tenho aula dobradinha... no papel são 50 minutos, porque a aula começa as 7 e vai até 8:40...</i>	
13	Paulo - <i>É, em tese, a gente previu 50 minutos cada aula. A cotação que eu fiz é essa... tá, mas aí a gente faz um pequeno arranjo e vai ter que dimensionar o tempo pra poder fazer, eventualmente, sobrar uma rebarbinha, por exemplo, pro cara te trazer algum registro, alguma coisa assim, pra fazer adaptação. Porque se a gente colocar uma aula a mais, eventualmente, vai sobrar tempo.</i>	
14	Rafael - <i>E a revisão, no início, umas duas aulas aí pra fazer uma revisão disso aí, porque é muito heterogêneo,</i> você recebe alunos, mesmo do terceiro ano... cara que nunca viu.	<i>Atenção aos pré-requisitos dos alunos (I. 1) Planejamento de tempo para a realização da atividade (I. 3)</i>
15	Paulo - <i>Mas mesmo o cara que trabalhou com você, ele vai chegar e mostrar o que ele nunca viu. Ele não lembra ou ele vai falar que você não deu...</i>	<i>Atenção aos pré-requisitos dos alunos (I. 1)</i>
16	Júlio - Mas, ó, que coisa curiosa, né, cara, os alunos fizeram a provinha da ETEC e tinham três perguntas sobre luz, uma falando sobre a luz, qual era a natureza da luz e lá, pelo contexto, era onda eletromagnética. A outra falava sobre a frequência... e aí caí na característica da onda de novo, e tinha uma outra também que era... <i>(Inaudível)</i>	
17	Rafael - <i>A gente tem que ver isso, tem que ficar bem claro pra eles esse contexto de onda e partículas... Estas características.</i>	<i>Antecipação de problemas e/ou questionamentos durante a aplicação da atividade (I. 1)</i>
18	Paulo - <i>Não, então, mas a ideia inicial da discussão da atividade da caixa preta é você levar essa discussão. Primeiro você vai discutir modelo e depois você vai apresentar esses dois modelos. Ou é onda ou é partícula. Nisso a gente leva as duas aulas. Uma aula da atividade prática e a outra aula que é da leitura e da sistematização.</i> E aí a gente vai reforçar essas duas características.	<i>Atenção aos objetivos da atividade (I. 1) Planejamento de tempo para a realização da atividade (I. 3) Sugestões ou observações sobre as ações procedimentais (I. 2)</i>
19	Júlio - <i>Isso aí já foram, por exemplo, nesse... nessa terça que eu tenho aula com eles, então nesse primeiro encontro já vão ser duas aulas.</i>	<i>Planejamento de tempo para a realização da atividade (I. 3)</i>
20	Paulo - <i>São duas aulas.</i>	
21	Júlio - <i>Uma onde a gente vai fazer atividade, a parte prática, e a outra onde eu vou fazer essa sistematização com texto.</i>	<i>Planejamento de tempo para a realização da atividade (I.3)/ Sugestões ou observações sobre as ações procedimentais (I. 2)</i>
22	Paulo - Isso. Exatamente.	
23	Júlio - Aí eu já faço as duas aulas.	
24	Paulo - Duas aulas. É, o cronograminha, eu passei, até tinha deixado um... depois eu mando pra vocês por email, pra gente ver o cronograma das aulas certinho, já com os... eu já linkei as atividades que a gente usa ali, essas que já são diretas do curso de dualidade, eu faço uma referência pra <i>(Inaudível)</i> e à outras que são, por exemplo, eu tenho, tá no apêndice lá da minha dissertação, aí você pega da internet ou eu passo pra vocês. <i>Mas aí as duas primeiras seriam essas. A terceira aula de 45, 50 minutos, essa sistematização das propriedades relacionadas à luz. E aí a gente vai ver quais são os fenômenos luminosos, esta já tem uma apresentação em PowerPoint,</i> é mais aula expositiva mesmo, vai ter algum diálogo com eles... na interação que vocês tiverem você leva esse... ou <i>se, eventualmente, vocês perceberem que aquilo não foi dado, é o momento só de explicar alguma coisa pra eles. E devem discutir quais são os fenômenos luminosos que estão ali e quais são as propriedades da luz. Reflexão,</i>	<i>Planejamento de tempo para a realização da atividade (I.3) Atenção aos objetivos da atividade (I. 1) Atenção aos pré-requisitos dos alunos (I. 1)</i>

	<i>refração, difração...</i> pra fazer essas discussões.	
25	<i>Júlio - Isso aí... tem uma turma, a turma que tá comigo na manhã, o ano passado a gente viu tudo isso daí, inclusive com parte experimental, cuba de água, só pra fazer uma relação entre as coisas. Na turma da noite... Já não rolou deste jeito, porque eu dava aula de sexta-feira, só, pra eles. E aí ficou mais na parte expositiva mesmo. Eu acho que eu fiz mais demonstração. Mas na turma da manhã, além da demonstração eles fizeram experimento também. Então eu acho que talvez a turma da manhã talvez tenha uma lembrança bem melhor pelo fato de ter manipulado mesmo, espelhos, ter feito experimentos... a turma da noite...</i>	Relatos ou observações a partir da experiência docente (I.6)

A reunião se inicia com o formador Paulo falando sobre a adaptação feita na SEI a partir da sequência proposta por (BROCKINGTON, 2005), na qual há a substituição de uma das atividades originais pela atividade do Mach-Zehnder real e pela simulação computacional deste interferômetro. Vemos neste trecho da transcrição uma **Atenção aos recursos didáticos: disponibilidade, manipulação e características. (I. 3)**, pois o formador apresenta dois dos recursos didáticos que serão utilizados durante as aulas, o interferômetro e a simulação, ainda justifica a escolha da simulação computacional, pois, na fala do próprio formador “na simulação ele tem a mesma disposição. Porque os outros que a gente viu, eles são de umas variações, de posição de espelho, essas coisas. Então, para eliminar esta variável a gente está usando esse aí que reproduz de forma idêntica a simulação [sic]”, a escolha é feita a partir do critério de semelhança entre o interferômetro de Mach-Zehnder *real* e o *virtual*, visando eliminar possíveis dificuldades durante o trabalho com os alunos.

Ainda neste primeiro turno, o formador inicia a apresentação da primeira atividade da SEI, a atividade da caixa preta e alguns dos seus objetivos. Em seguida, na fala do professor Júlio, temos identificada a categoria **Atenção aos recursos didáticos: disponibilidade, manipulação e características (I. 3)**, isto porque o professor, ao ser convidado para participar da aplicação da SEI, já se disponibilizou a buscar em seus arquivos pessoais o material que havia utilizado durante uma aplicação anterior desta mesma atividade seguindo outra metodologia distinta a do EI. Talvez isto não seja muito importante nesta etapa, pois todo o material seria disponibilizado aos professores aplicadores, mas este trecho mostra o nível de engajamento do professor com a proposta de reaplicar a sequência já conhecida, porém utilizando outra metodologia.

No turno 3, os objetivos voltam a ser explicitados no trecho inicial, que se enquadra na categoria ***Atenção aos objetivos da atividade (I. 1)***. Há ainda, neste e nos turnos seguintes, a ***Atenção aos pré-requisitos dos alunos (I. 1)***, nos quais são discutidas as preocupações com os conteúdos necessários para que os alunos consigam desenvolver as atividades da SEI sem que tenham eventuais problemas relacionados a estes pré-requisitos.

Do turno 8 ao 13 ocorre uma discussão sobre o planejamento do tempo requerido para a aplicação de toda a SEI (***Planejamento de tempo para a realização da atividade (I. 3)***). Por enquanto são passados aos professores os tempos planejados durante a elaboração da sequência, relevando eventuais fatores externos que poderiam influenciar na aplicação das atividades. A princípio, levando em conta sua elaboração, a SEI poderia ser desenvolvida em 8 aulas, porém o professor Rafael atenta para a necessidade de haver pelo menos mais duas aulas anteriores ao início da aplicação, para que se possa realizar uma revisão dos assuntos-chave que serão requisitos para a realização das atividades da sequência de ensino. Ou seja, vemos aqui um exemplo de que, nem sempre durante o planejamento, são levadas em consideração todas as nuances do ambiente escolar. Isto nos mostra a importância de um planejamento bem delimitado, que abranja tais características encontradas em uma sala de aula real.

No turno 17, o mesmo professor realça a necessidade de se explicar aos alunos, antes do início das atividades da SEI, os contextos ondulatório e corpuscular, para que isto não seja um problema durante o desenvolvimento da sequência de ensino (***Antecipação de problemas e/ou questionamentos durante a aplicação da atividade (I. 1)***). O formador retoma que esta discussão entre os diferentes modelos para a natureza da luz faz parte da primeira atividade, a da “caixa preta”.

Outro ponto importante que aparece neste início de reunião, no turno 24, é o fato de aparecer a primeira aula explicitamente chamada de “expositiva” pelo formador. Isto nos remete a discussão de um questionamento - ‘Se a sequência é investigativa, por que há em sua composição aulas expositivas?’

Apesar de a sequência ser apresentada como investigativa, em algumas aulas a dinâmica acaba sendo de sistematização do conhecimento construído ao longo das aulas anteriores. Nesta etapa é comum que ocorra o que chamamos de “exposição dialogada”, na qual o professor, a partir das respostas dadas pelos alunos, os orientará para que o conhecimento possa ser consolidado de forma a fazer sentido aos mesmos. Como Carvalho coloca:

“Em sala de aula o professor tem uma tarefa invariante – construir com a classe os conceitos científicos, fazendo com que os alunos participem ativamente na criação do conhecimento comum. Ele tem de dar sentido nas diversas explicações dos alunos sobre a resolução do problema trabalhado” (p.258; 2011)

Ainda segundo a autora, os professores devem elaborar questões que proporcionem oportunidades de participação e argumentação pelos alunos, bem como orientem seu raciocínio à compreensão dos temas propostos.

Durante a aplicação da SEI, em alguns momentos esta “exposição dialogada” foi utilizada, seja para sistematizar o conhecimento, como para resolver problemas relacionados aos conteúdos que seriam pré-requisitos para as atividades, ou, neste caso específico, para apresentar as interpretações que a Mecânica Quântica propõe para a explicação do fenômeno da Dualidade da Luz. Neste último caso, não esperávamos que os alunos chegassem, ou melhor, construíssem os conceitos relacionados a cada uma das interpretações, mas sim que conhecendo cada uma delas e tendo estudado os fenômenos corpuscular e ondulatório, fossem capazes de, com base em evidências e justificativas baseadas no resultado de sua investigação, entender o que cada uma delas propunha como explicação válida para o fenômeno.

Para finalizar o episódio, no turno 25, o professor Júlio traz um relato sobre seu trabalho anterior com as turmas que realizarão a SEI (***Relatos ou observações a partir da experiência docente (I.6)***), reforçando que estas já possuem os pré-requisitos necessários para conseguir acompanhar e participar das discussões que surgirão com a realização das atividades.

Continuando a análise desta reunião apresentamos o segundo episódio selecionado, nele o formador segue apresentando as atividades da SEI.

Turno	Transcrição	Categorias
29	Paulo [...] E aí, então, voltando, esses são os três primeiros encontros. Aí depois o que a gente vai fazer? A gente vai, de tempo em tempo a gente vai tá pedindo pros alunos reportarem pequenos textos, pra ele ainda comentar a sensação que ele tem pra ver se vai mudando. <i>E a ideia é que eles percebam mesmo que a luz é onda, quando a gente tem isso mais ou menos sedimentado, a partir, sei lá, do quarto encontro, mais ou menos, aí a gente apresenta o efeito fotoelétrico pra eles. E aí vamos explicar o efeito fotoelétrico como onda. E a ideia então é que eles discutam. A gente tem então aquela simulaçãozinha ...</i>	<i>Atenção aos objetivos da atividade (I. 1)</i> <i>Atenção aos recursos didáticos: disponibilidade, manipulação e características. (I. 3)</i>
30	Júlio - A do phet?	<i>Atenção aos recursos didáticos: disponibilidade, manipulação e características. (I. 3)</i>
31	Paulo - Isso, a do phet, a simulaçãozinha que tem lá. E a gente tem também uma apresentaçãozinha lá pra fazer a discussão que é quase um quiz que eles vão respondendo e vai caminhando, eu não sei se você conhece, uma que tem até o Einstein que tá falando.	
32	Júlio - Eu sei, é do Maurício. Não é do labvirt.	
33	Paulo - É, eu acho que é. Que é o Einstein que vai dialogando, tal e apresenta...	
34	Júlio - <i>Eu acho que é o mesmo que a gente estava usando no curso de dualidade, de formação.</i>	<i>Relatos ou observações a partir da experiência docente (I.6)</i>
35	Paulo - Isso, de formação. É isso mesmo.	
36	Júlio - Tem fotoelétrico...	
37	Paulo - <i>Que a tela é verde. O Einstein perguntando... só pra lembrar qual foi o trabalho que eu ganhei o prêmio Nobel. Daí ao invés de a gente usar pra sistematizar a gente usa pra... é esse mesmo</i>	<i>Atenção aos recursos didáticos: disponibilidade, manipulação e características. (I. 3)</i>
38	Júlio - <i>Não, mas esse aqui já está acertado, que tinha um negócio lá que falaram que ia ter que consertar.</i>	<i>Atenção aos recursos didáticos: disponibilidade, manipulação e características. (I. 3)/ Antecipação de problemas e/ou questionamentos durante a aplicação da atividade (I. 1)</i>
39	Paulo - <i>Mas não consertou ainda não.</i>	<i>Atenção aos recursos didáticos: disponibilidade, manipulação e características. (I. 3)</i>
40	Júlio - Não, né?	
41	Paulo - Não. Não, mas dá pra usar. A ideia, por exemplo, é utilizar esse. Por quê? <i>Porque você força o diálogo por ali. Ao invés de você apresentar um questionário pro aluno a respeito do efeito fotoelétrico, você vai através dessa... vai dialogando com ele e ele vai tendo que construir respostas, fazendo anotação, ele vai percebendo. Tem o vídeo mostrando a experiência do efeito fotoelétrico. E aí a gente encerra essa aula com aquele questionário que fala na transposição. Aquelas questões sobre o efeito fotoelétrico. A previsão da</i>	<i>Atenção aos recursos didáticos: disponibilidade, manipulação e características. (I. 3)/ Atenção aos objetivos da atividade (I. 1)/ Sugestões ou observações sobre as</i>

	<p><i>teoria ondulatória e o que acontece de fato no experimento. E aí a gente percebe que não dá pra explicar a natureza da luz como onda pra o efeito fotoelétrico.</i> Então, no encontro seguinte a gente dá só um pouco depois pra eles. <i>No encontro seguinte que a gente vai manipular um Mach-Zehnder. Então ele vai ficar manipulando Mach-Zehnder, e a gente consegue... novamente a gente vai ter dois interferômetros, um que funciona milimetricamente que é o que eu uso aqui no instituto de física... tá tudo calibradinho, ele tá numa base de fibra de carbono, que se balançar a mesa não acontece nada. Você consegue obter a figura da interferência muito facilmente, e o outro é do Osvaldo, que oscila a fonte, às vezes você não consegue nem obter a figura. Às vezes não consegue nem ajustar o espelho. Se você consegue colocar tudo lá você direciona, você põem uma mesa lá apontando pra parede.</i> Porque aí você mostra pro aluno que tem a questão da transpiração também. Nem sempre o experimento dá certo. Não é só de verificação. Então você chega ali já tá tudo... a gente até apaga lá as marcações que a gente fez. Deixa posicionado, coloca um ou dois espelhos, já aponta pra parede, tá funcionando. Então a gente tira de propósito, troca a posição do espelho, pra fazer o aluno manipular mesmo. <i>E aí nessa aula a gente trabalha com meia turma, porque você tem só dois aparatos para vocês mexerem. Enquanto uma turma tá manipulando o real, metade da turma tá trabalhando virtual. Aí eles veem no simulador.</i></p>	<p><i>interações entre professor, alunos e material. (I.2)/</i> Atenção aos recursos didáticos: disponibilidade, manipulação e características. (I. 3)/ <i>Atenção aos objetivos da atividade (I. 1)</i></p> <p>Atenção aos recursos didáticos: disponibilidade, manipulação e características. (I. 3)</p> <p><i>Sugestões ou observações sobre as ações procedimentais (I. 2)</i></p>
42	<p>Júlio - Então vamos lá, a primeira pergunta então. Eu imagino que eu tô com a metade da turma lá, eles manipulando. Eles vão manipular, então, por exemplo, o do Mikia é caro pra caramba, a gente tem que estar lá acompanhando... e a outra metade vai tá no virtual, quer dizer, o meu colégio, <i>eu não faço a mínima ideia como tá o laboratório de informática lá. Porque desde que teve a reforma lá, os laboratórios tem uma burocracia imensa lá pra você usar os laboratórios de informática. Então faz um bom tempo que eu não levo o pessoal, eu prefiro mostrar no data show, eu baixo no meu aqui, eu faço conexão...</i></p>	<p><i>Antecipação de problemas e/ou questionamentos durante a aplicação da atividade (I. 1)/</i> Atenção aos recursos didáticos: disponibilidade, manipulação e características. (I. 3)</p>
43	<p>Paulo - Essa é a hipótese que a gente tem. Se for possível os alunos manipularem direto no computador, melhor. <i>Se não for possível, a gente apresenta no PowerPoint, e aí a gente pega um deles mesmo pra fazer a manipulação e o grupo vai sugerindo.</i></p>	<p>Atenção aos recursos didáticos: disponibilidade, manipulação e características. (I. 3) <i>Sugestões ou observações sobre o uso do material (I. 2)</i></p>
44	<p>Rafael - Esse programa... você tem... dá pra baixar...</p>	<p>Atenção aos recursos didáticos: disponibilidade, manipulação e características. (I. 3)</p>
45	<p>Paulo - <i>Dá, ele é pequenininho, é facilzinho. Num pendrive, em qualquer máquina.</i></p>	
46	<p>Rafael - <i>O problema é não ter que acessar a internet.</i></p>	<p><i>Antecipação de problemas e/ou questionamentos durante a aplicação da atividade (I. 1)/</i> Atenção aos recursos didáticos: disponibilidade, manipulação e características. (I. 3)</p>
47	<p>Paulo - <i>Não, nem precisa, ele é pequeno, ele tem 500 kb. Tem, a gente instala com o pendrive lá, você coloca, depois que usou elimina. Então, aí voltando a isso que o Júlio estava falando. Então...</i></p>	<p>Atenção aos recursos didáticos: disponibilidade, manipulação e características. (I. 3)</p>

No turno 29, o formador, após falar sobre as três primeiras atividades da sequência, chama atenção a um dos objetivos do estudo do efeito fotoelétrico, que é a tentativa de explicação do fenômeno pelos alunos utilizando a teoria ondulatória (***Atenção aos objetivos da atividade (I. 1)***). No decorrer da atividade os alunos perceberão que tal teoria não dá conta de explicar o fenômeno com exatidão, surgindo então a necessidade de procurar outra forma para a resolução deste problema, entendendo que a teoria corpuscular é a mais indicada para explicá-lo.

Ainda ao final deste turno o formador inicia uma discussão sobre o material que será utilizado no estudo do efeito fotoelétrico (***Atenção aos recursos didáticos: disponibilidade, manipulação e características. (I. 3)***). Uma simulação sobre este efeito e um objeto de aprendizagem sobre a descoberta de Einstein que ganhou o prêmio Nobel, este último desenvolvido pelo grupo do LaPEF. No meio da conversa a respeito dos recursos didáticos, um dos professores faz o que nós chamamos de “***Relatos ou observações a partir da experiência docente (I.6)***”, ao afirmar que já conhecia a simulação e o objeto de aprendizagem, pois já os havia utilizado anteriormente em seu trabalho como professor ou formador de professores. A partir da experiência docente anterior o professor foi capaz de trazer um elemento que poderia causar algum problema durante a execução da atividade. No turno 38, ele relata que havia alguma pendência a ser consertada no objeto de aprendizagem, mostrando-se preocupado em utilizá-lo e ter algum problema durante o uso, caracterizando uma “***Antecipação de problemas e/ou questionamentos durante a aplicação da atividade (I. 1)***”, mostrando também a necessidade de o professor conhecer muito bem o recurso didático com o qual irá trabalhar em sala de aula. Ainda neste turno (38), o professor chama “***Atenção aos recursos didáticos: disponibilidade, manipulação e características. (I. 3)***”, ao destacar a necessidade de alteração na simulação para que ela funcione conforme o esperado.

No turno 41, o formador mostra aos professores o motivo da escolha do recurso didático, mesmo sabendo que ele apresentava algum problema técnico para ser corrigido. Segundo ele, o problema apresentado era irrelevante para o objetivo da aula, que era apenas de utilizar o recurso para contextualizar o diálogo a respeito do efeito fotoelétrico, aqui observamos “***Atenção aos objetivos da atividade (I.1)***”.

Em seguida mostra uma alternativa metodológica, “**Sugestões ou observações sobre as interações entre professor, alunos e material (I.2)**”, quando sugere aos professores utilizar a apresentação como balizador das interações em sala de aula e assim construir respostas às perguntas que surgem ao longo da atividade. Após isto chama a atenção à utilização de mais dois materiais didáticos que são o vídeo, que mostra o experimento do efeito fotoelétrico, e o questionário, que encerrará a discussão deste fenômeno, tais características se enquadram na categoria “**Atenção aos recursos didáticos: disponibilidade, manipulação e características. (I. 3)**”, pois sugerem uma ordem para a utilização do material, bem como elucida do que se trata cada um deles.

Ainda neste mesmo turno, Paulo volta o olhar para o objetivo da atividade de questionário (**Atenção aos objetivos da atividade (I. 1)**), citada anteriormente, que trata da explicação do efeito fotoelétrico. Nela, o estudante deve perceber que a teoria ondulatória não dará conta de explicar o fenômeno, o que remete a necessidade do uso da teoria corpuscular para tal.

Seguindo ainda no turno 41, o formador fala da atividade posterior, o interferômetro do Mach-Zehnder, porém inicia a discussão chamando a atenção ao material que será utilizado durante as aulas, “**Atenção aos recursos didáticos: disponibilidade, manipulação e características. (I. 3)**”. O formador faz uma pequena apresentação sobre quais interferômetros estarão disponíveis para o uso pelos professores e fala sobre como será a manipulação deste pelos alunos.

Talvez este trecho seguinte, que se inicia em: “*Porque aí você mostra pro aluno que tem a questão da transpiração também. [...] Então a gente tira de propósito, troca a posição do espelho, pra fazer o aluno manipular mesmo (sic)*” não se enquadre em nenhuma das categorias, mas ilustra bem como se dá o processo de experimentação na ciência. Neste caso o aluno deve montar, de acordo com o que foi discutido em aula, o interferômetro de Mach Zehnder de modo a obter a figura de interferência. Porém a atividade não para por aí, além de obter a figura, tem-se como objetivo que o aluno entenda que ali ocorre um fenômeno ondulatório, sendo de difícil explicação utilizando-se da teoria corpuscular.

O turno se encerra com “**Sugestões ou observações sobre as ações procedimentais (I. 2)**”, na qual o formador orienta os professores sobre a necessária separação da turma em duas partes a fim de que possam montar os interferômetros e manipular a simulação computacional.

No turno 42, o professor Júlio levanta uma preocupação que pode vir a se tornar um problema durante a aplicação da atividade, “**Antecipação de problemas e/ou questionamentos durante a aplicação da atividade (I. 1)**”. Ao saber que deverá utilizar a sala de informática com os alunos, o professor levanta um problema frequente em muitas escolas, a burocracia para poder acessar o laboratório de computadores do colégio. Isto, sem dúvida pode se tornar um problema, pois se não puder utilizar os computadores o professor deverá pensar em uma alternativa para que seus alunos usem a simulação do Mach-Zehnder. Uma alternativa já utilizada por ele é a de apresentar utilizando um “*data show*” e seu computador pessoal. Quando o professor apresenta esta alternativa pensamos que sua colocação se enquadra na categoria “**Atenção aos recursos didáticos: disponibilidade, manipulação e características. (I.3)**”, visto que foi capaz de prever uma possível limitação encontrada por conta da falta de acesso a um recurso didático e já projetar, junto com o formador, como isto poderia ser solucionado.

No turno seguinte o formador sugere, caso não haja condição de utilizar o laboratório de informática, que o professor utilize seu próprio computador e um “*data show*”, como já dito anteriormente, fazendo uma apresentação na qual os alunos decidam o que deve ser feito durante a manipulação da simulação, ou seja, o professor efetuará as mudanças na simulação segundo os comandos dos próprios alunos. Esta maneira de abordar o uso do recurso didático pelos alunos se enquadra em “**Sugestões ou observações sobre o uso do material (I. 2)**”.

A seguir, o professor Rafael pergunta sobre a disponibilidade do programa, no caso, a simulação. Coloca também que o fato de não haver a necessidade de utilizar a internet para que o programa funcione pode representar um problema a menos para se preocupar. Tal colocação se enquadra em “**Antecipação de problemas e/ou questionamentos durante a aplicação da atividade (I. 1)**”, pois mostra que o acesso à internet neste caso, poderia representar um empecilho a aplicação da atividade. Enquadra-se também na categoria “**Atenção aos recursos didáticos:**

disponibilidade, manipulação e características. (I.3)”, mostrando a preocupação do professor com a disponibilidade e as características do material a ser utilizado.

Turno	Transcrição	Categorias
59	Paulo - Quarta e quinta aula. Aí a sexta aula nossa, deixa eu tentar lembrar aqui direitinho, a gente fez , tal, fez o simulador, entregou... nas duas situações tem questionários, tem algumas coisas que eles vão entregar depois. A sexta aula, ela é uma aula de debate em que os alunos vão ter que se reportar independentemente da escolha deles, a gente vai deixar, a metade da sala vai tentar defender que é a onda e metade vai defender que é a partícula. E eles vão ter que usar os argumentos do que eles viram nas aulas anteriores E aí a gente... é como se fosse um jogo simulado... vai pegar 2 ou 3 alunos para arbitrar e o restante da sala tá dividido. E aí eles vão ter que fazer um debate entre eles usando como base o que eles viram nas aulas e o material que a gente mandou escrito pra eles ao longo dessas aulas. E aí eles vão ter que fazer isso e tentar mostrar...	Atenção aos objetivos da atividade (I. 1)/ Sugestões ou observações sobre as ações procedimentais (I. 2)/ Sugestões ou observações sobre as interações entre professor, alunos e material. (I. 2) / Sugestões ou observações sobre as ações procedimentais (I. 2)
60	Júlio - Parte do material escrito eles já vão levando?	Atenção aos recursos didáticos: disponibilidade, manipulação e características. (I. 3)
61	Paulo - Vão levar tudo, vocês vão dar as quantidades e a gente já vai levar os impressos... se possível leiam pra próxima aula, muitas vezes, isso não vai acontecer, mas a gente vai tentar estimular, lê uma parte, dá uma passadinha, pra gente poder ter essa ideia. Então a sexta aula é esse debate. Pra argumentar se é onda ou se é partícula. A sétima e oitava aula, elas acontecem junto. Como é que é isso? É a aula de finalização, onde a gente vai apresentar as quatro interpretações da quântica. Tem uma apresentação em PowerPoint, mas é uma apresentação dialogada. Por quê? À medida que a gente vai apresentando isso, a gente vai fazendo a discussão e retomando o que foi sendo tratado, a gente vai mostrar pra eles, a figura da interferência no simulador, a figura da interferência real. Pedir pra que eles comparem essas diferenças. Relembrar o que eles discutiram na aula anterior. Então a gente vai apresentar pra eles essas quatro interpretações. Aí a gente vai mostrar, olha, faz uma repassada, mostra, apresenta a ideia da mecânica quântica o surgimento dela. E nessa apresentação a gente vai discutindo com eles e mostrando as quatro. E a gente finaliza a oitava com aquele questionário que tem no final. A gente fez uma adaptação daquele questionário tomado do curso de dualidade lá do Max. Eles vão responder aquelas questões pra gente...	Atenção aos recursos didáticos: disponibilidade, manipulação e características. (I. 3)/ Sugestões ou observações sobre o uso do material (I. 2) / Atenção aos objetivos da atividade (I. 1) Sugestões ou observações sobre as interações entre professor, alunos e material. (I. 2) Atenção aos objetivos da atividade (I. 1) Atenção aos recursos didáticos: disponibilidade, manipulação e características. (I. 3)
62	Júlio -... do Guilherme.	
63	Paulo - Ah, é do Guilherme, é verdade... é do Guilherme. Então, a gente adaptou um pouquinho aquele último questionário que tinha no trabalho do Guilherme. A ideia é essa. Dependendo do tempo, se houver necessidade, aí a gente depois desse... pro interesse nosso da avaliação, é essa, a sequência toda é essa. Mas havendo necessidade a gente faz a correção depois, dos questionários e a gente faz uma aula de finalização teórica, mostrando pra eles mais a fundo como é que são essas quatro interpretações. Que não tem uma que é definitiva. Que essa mudança, no entendimento da física, não é A ou B. Que a quântica vai apresentar diversas	Atenção aos recursos didáticos: disponibilidade, manipulação e características. (I. 3) / Planejamento de tempo para a realização da atividade (I. 3)/ Atenção aos objetivos da atividade (I. 1)

	<i>possibilidades. Então essa aula de finalização, se vocês tiverem espaço e a gente puder fazer, ela é uma aula expositiva mesmo, de sistematização.</i> A sequência toda, basicamente é essa. Aí combina o cronograma.	<i>Planejamento de tempo para a realização da atividade (I. 3)</i>
--	--	--

Ainda, continuando a apresentação da SEI, Paulo encaminha os objetivos da sexta aula, que consiste em um debate entre os alunos, no qual uma parte deles deverá defender as ideias ondulatórias para a luz e a outra parte, as ideias corpusculares. Vimos neste trecho **“Atenção aos objetivos da atividade (I.1)”**, pois denota claramente a intenção da realização daquela atividade. Neste mesmo turno ainda há uma clara observação a respeito da organização dos alunos para que a atividade possa ser realizada, caracterizando a ideia **“Sugestões ou observações sobre as ações procedimentais (I. 2)”**. Vinculada a estas ideias anteriores, surge também a subcategoria **“Sugestões ou observações sobre as interações entre professor, alunos e material. (I. 2)”**, pois Paulo mostra o que é esperado com a realização da atividade com relação às interações, neste caso, discursivas. Os alunos deverão utilizar argumentos, baseados nos conteúdos aprendidos anteriormente, para defender sua posição dentro do debate.

Há ainda o aparecimento da subcategoria **“Atenção aos recursos didáticos: disponibilidade, manipulação e características. (I. 3)”**, quando Paulo e Júlio discutem sobre material impresso que os alunos deverão levar para casa e efetuar a leitura, caso esta não ocorra, Paulo sugere aos professores que leiam o texto com os alunos durante a aula, caracterizando as **“Sugestões ou observações sobre o uso do material (I. 2)”**.

Ainda no turno 61, Paulo apresenta os objetivos da sétima aula e da oitava aula. Nelas será realizada uma sistematização do conteúdo visto nas atividades realizadas durante a SEI. A primeira ideia que aparece é a **“Atenção aos objetivos da atividade (I. 1)”**, na qual será feita a apresentação das quatro interpretações da Mecânica Quântica aos alunos. A ideia é que tal apresentação seja dialogada, ou seja, ao mesmo tempo em que traz elementos conceituais novos, estes são associados às atividades realizadas anteriormente pelos alunos, que trazem suas contribuições à discussão. Tal característica de abordagem nos remete à subcategoria **“Sugestões ou observações sobre as interações entre professor, alunos e material. (I. 2)”**, pois trata de uma sugestão para que a interação entre

alunos e alunos-professor ocorra de forma não mecanizada, ou seja, os alunos são colocados a refletir a respeito do que realizaram nas atividades, buscando relacionar os resultados com os novos conceitos apresentados pelo professor. Encerrando este mesmo turno, Paulo fala sobre a finalização da oitava aula com a realização de um questionário para avaliação da aprendizagem do aluno. Tal trecho nos traz implícito o aparecimento de duas subcategorias, a primeira **“Atenção aos objetivos da atividade (I. 1)”**, pois trata da finalidade da aplicação desta atividade, que é a avaliação do conhecimento, já a segunda subcategoria seria a **“Atenção aos recursos didáticos: disponibilidade, manipulação e características. (I. 3)”**, pois é o momento em que os participantes discutem um pouco mais sobre o questionário em si. Aqui percebe-se que os professores já conhecem o questionário, possivelmente de uma aplicação anterior da sequência de ensino em seu formato “não investigativo”, porém Paulo ressalta que houveram modificações neste questionário, mas não entra em detalhes sobre quais foram elas.

Ao final do turno 63, Paulo estabelece a possibilidade de ainda terem mais duas aulas para o aprofundamento da discussão a respeito das interpretações e para a correção da atividade de questionário realizada na aula anterior. A realização destas aulas está vinculada ao tempo letivo disponível.

Turno	Transcrição	Categorias
91	Rafael - <i>Vai ser o total de umas dez aulas...</i>	Planejamento de tempo para a realização da atividade (I. 3)
92	Paulo - <i>De oito a dez.</i> Mas essa aula pode ser dada só normal.	
93	Júlio - <i>Mas se a gente pensar assim, não vai começar, exatamente, na primeira semana de agosto.</i>	
94	Paulo - <i>Não, a ideia, é na segunda. Pra gente gravar tudo no mês de agosto.</i> A primeira é pra você chegar e apresentar o projeto pro aluno...	
95	Júlio - <i>... eu já tenho aula, digamos que a gente... vamos pegar agosto, vai dar as datas direitinho, agosto começa numa quarta-feira, por exemplo, eu só vou dar aula pra eles não terça, dia 7, então, essa semana, por exemplo, eu já não dou aula pra eles. Talvez eu de, aqui na sexta, pra turma da noite.</i>	
96	Rafael - (incompreensível)	
97	Paulo - Na primeira semana... na quarta, já não vão aparecer na segunda.	Planejamento de tempo para a realização da atividade (I. 3)
98	Júlio - É, dia 6.	
99	Paulo - Aí na segunda e na sexta, você já trabalha com eles, olha, o projeto tá de pé, nós vamos começar, lembra que eu falei com vocês no primeiro semestre. E aí na segunda semana de aula a gente faz.	

100	Júlio - Então dia 14.	<i>Planejamento de tempo para a realização da atividade (I. 3)</i>
101	Paulo - <i>Então, até o final do mês a gente acaba, porque você tem as suas que são fáceis, são quatro semanas de encontro, dá oito aulas.</i>	
102	Júlio - 14. <i>Vai dar certinho...</i>	
103	Paulo - <i>São quatro semanas.</i>	

A discussão que ocorre entre os turnos 91 ao 103, são basicamente sobre o planejamento de tempo para a aplicação da SEI. O importante de se destacar deste trecho é que ele retrata bem a diferença do planejamento de tempo elaborado para a pesquisa, no qual as situações são tomadas como ideias, e o planejamento das aulas, em uma situação real de aplicação no colégio, na qual surgem imprevistos e o professor deve a todo o momento estar atento para que os objetivos de ensino não se percam pelo caminho. A sequência estava programada para começar e acabar no mês de agosto, no mais tardar nas primeiras semanas de setembro, porém o que aconteceu é que ela só acabou de fato no final de novembro. As causas disto são relatadas pelos professores na última reunião, a de encerramento do trabalho.

4.1.1. Uma breve síntese da reunião 1 (19/06/2012)

Nesta primeira reunião para a apresentação da SEI aos professores aplicadores pudemos observar alguns dados interessantes. Se fizermos uma análise estatística simples e observarmos a frequência de aparecimentos de cada categoria ao longo da reunião teremos o seguinte quadro:

Categorias de Análise	Frequência
I.1 - Ideias sobre o planejamento didático	28%
I.2 - Ideias sobre o planejamento metodológico	12%
I.3 - Ideias Organizacionais	57%
I.4 - Atenção à construção do conhecimento pelo aluno	0%
I.5 - Ideias para o replanejamento e avaliação das atividades aplicadas	0%
I.6 - Relatos ou observações a partir da experiência docente	3%

Quadro 11 - Distribuição de frequência

Como esta é a primeira reunião, já se esperava que os turnos fossem longos e majoritariamente dirigidos por Paulo, afinal ele está apresentando uma nova sequência de atividades aos professores. Porém a proposta envolvia não só novas atividades, mas também uma nova metodologia de ensino que é o EI, com isto era esperado que as ideias sobre o planejamento metodológico (I.2) surgissem com maior frequência. Não é o que se percebe. Ao analisarmos toda reunião vemos que as ideias mais frequentes estão relacionadas ao planejamento organizacional (I.3) e ao planejamento didático (I.1).

Se levarmos em conta que os professores nunca haviam trabalhado com a metodologia do EI, deveríamos esperar um destaque maior em torno de discussões sobre como promover a investigação nas diversas aulas da SEI. Tais discussões, além de apresentar as ideias do EI aos professores, teriam a função de fazê-los refletir a respeito da prática docente comumente adotada em aulas de ciências, visando o questionamento do “*pensamento docente espontâneo*” (CARVALHO e GIL, 2011), que é um obstáculo à atividade docente inovadora, tal como propomos.

4.2. Reunião 4 (25/09/2012 – Parte 1) – Encerramento do Efeito Fotoelétrico (EF) e introdução ao Mach-Zehnder (MZ)

Esta reunião ocorreu com a presença de dois dos professores (Rafael e Júlio) que já estavam aplicando a SEI e do formador (Paulo). Nela houve a discussão sobre o encerramento da primeira atividade da SEI, que tratava do efeito fotoelétrico e iniciou-se a discussão a respeito da atividade posterior, sobre o interferômetro de Mach-Zehnder. A reunião acabou sendo dividida em duas partes distintas, pois, depois de encerrada o que julgávamos ser toda a reunião e parada a gravação, os professores continuaram a conversar sobre as atividades. Então decidimos continuar a gravar a conversa. A seguir vamos destacar e analisar alguns trechos da conversa que julgamos relevantes para o trabalho.

Nesta reunião estavam presentes os professores Júlio e Rafael, além do formador, Paulo.

Tema da reunião	Aulas Discutidas	Participantes	Momento da Aplicação
Encerramento do Efeito Fotoelétrico (EF) e introdução ao Mach-Zehnder (MZ).	4, 5, 6	Paulo	
		Júlio	Finalizando a Aula 4
		Rafael	Finalizando a Aula 5

Quadro 12 - Quadro relacionando as reuniões às aulas da sequência.

O primeiro trecho destaca o começo do planejamento da atividade, na qual os alunos trabalharão com o interferômetro de Mach-Zehnder real e com uma simulação computacional sobre o próprio interferômetro. A fala tem início com o formador expondo como se costuma proceder para se trabalhar a atividade.

Turno	Transcrição	Categorias de Análise
15	Paulo - A gente tem dois caminhos pra trabalhar com o Mach-Zehnder, normalmente o que eu faço? <i>Divido a turma no meio e metade usa o simulador, metade fica com o Mach-Zehnder.</i>	<i>Sugestões ou observações sobre as ações procedimentais (I. 2)/ Atenção aos recursos didáticos: disponibilidade, manipulação e características(I.3)</i>
16	Júlio - Dá pra fazer.	
17	Paulo - <i>Depois na aula seguinte você inverte, vai precisar de duas aulas então pro Mach-Zehnder.</i>	<i>Sugestões ou observações sobre as ações procedimentais (I. 2)/ (I.3) Planejamento de tempo para a realização da atividade</i>
18	Rafael - <i>Você disse que vai mandar alguém, você também vai, alguma coisa assim?</i>	<i>Antecipação de problemas e/ou questionamentos durante a aplicação da atividade (I. 1)</i>
19	Paulo - Pra usar?	
20	Rafael – <i>É, por que como é que vai fazer se você vai dividir a turma na metade? Se você ficar com uma metade e a outra vai ficar sozinha?</i>	<i>Sugestões ou observações sobre as ações procedimentais (I. 2)/ Antecipação de problemas e/ou questionamentos durante a aplicação da</i>

		<i>atividade (I.1)</i>
21	Paulo - Mas aí, por exemplo...	
22	Júlio - <i>Uma metade fica com o Mach-Zehnder e a outra metade fica no laboratório.</i>	<i>Sugestões ou observações sobre as ações procedimentais (I. 2)</i>
23	Paulo - Mas aí o Léo acompanha uma turma, ele vai tá gravando uma turma, a outra turma tá com o professor, depois inverte.	
24	Júlio - <i>É mais confiável o professor ficar com a parte do Mach-Zehnder, né?</i>	<i>Sugestões ou observações sobre as atividades (I. 5)</i>
25	Paulo - É melhor, e outra, pra gente ter informação onde ele vai anotar. <i>Na informática é autoexplicativo é só a orientação ali, o protocolo que vocês vão dar antes, e depois eles vão ficar manipulando sozinhos, na aula seguinte inverte.</i>	<i>Sugestões ou observações sobre o uso do material (I.2)/ Sugestões ou observações sobre as interações entre professor, alunos e material. (I.2)/ Sugestões ou observações sobre as ações procedimentais (I. 2)</i>

Do turno 15 ao 17 percebemos, na fala do formador, surgirem algumas das categorias previamente definidas. A primeira categoria a aparecer é a **(Sugestões ou observações sobre as ações procedimentais (I. 2))**, pois o formador sugere uma forma de organizar a aula que será dada, dividindo-a em dois momentos, o primeiro para trabalhar o simulador e o segundo para trabalhar com o interferômetro real. Encadeada a esta primeira ideia está a **(Atenção aos recursos didáticos: disponibilidade, manipulação e características (I.3))**, pois se faz necessário, para o andamento da atividade, que o professor esteja atento para a disponibilidade do laboratório de informática durante suas aulas. Surge também uma observação referente ao tempo de duração da atividade, fator importante para que o professor consiga planejar toda sua sequência de acordo com o tempo disponível.

Do turno 20 ao 25, o professor Rafael, enquanto faz uma observação sobre o encaminhamento de sua aula **(Sugestões ou observações sobre as ações procedimentais (I. 2))**, identifica o que pode vir a ser um problema para ele durante

a aplicação da SEI. Como ele teria que dividir a sala em duas turmas queria saber quem seria o responsável por acompanhar uma destas turmas, enquanto ele ficava com a outra. Julgamos que esta observação se enquadra em duas categorias distintas, a primeira (***Antecipação de problemas e/ou questionamentos durante a aplicação da atividade (I.1)***), que seria um problema de sala de aula e estaria relacionado à aplicação da atividade por ele, o professor; e a segunda, que não aparece explicitamente e por isso não foi categorizada no turno 20, está relacionada a (***(I.5) Sugestões ou observações sobre as atividades***) e que talvez aparente um futuro problema de aplicação desta atividade. O que se discute é que, caso algum outro professor tente utilizar esta atividade, nos moldes propostos, poderá vir a ter dificuldades, pois geralmente está sozinho com sua turma e o fato de ter que dividi-la poderá inviabilizar a execução da proposta.

O professor Júlio, no turno 24, faz uma observação sobre a atividade (***Sugestões ou observações sobre as atividades (I. 5)***) que diz respeito à necessidade de o professor acompanhar a turma que irá trabalhar com o interferômetro real. Tal preocupação é justificada na fala seguinte, na qual o formador Paulo explica como se dará o encaminhamento da aula, na qual acaba sendo contemplada toda a categoria ***Ideias sobre o planejamento metodológico (I.2)***, ao ressaltar a característica “autoexplicativa” da simulação computacional. Quando utilizamos o termo “autoexplicativo” queremos dizer que durante a fase de manipulação da simulação computacional pelos alunos, não é relevante a interação com o professor, pois nela os alunos estão conhecendo o material e verificando suas possibilidades. No final do turno Paulo chama a atenção novamente à organização dos alunos, na qual há uma inversão das turmas, ou seja, a que ficou no laboratório, manipulará na aula seguinte o interferômetro de Mach-Zehnder e vice-versa.

Nesta próxima passagem podemos observar a relação fundamental entre o objetivo da atividade e seu encaminhamento em sala de aula. Apenas tendo claro quais são os objetivos de cada atividade que o professor pode encaminhar a aula, utilizando a metodologia do EI, para que tais objetivos sejam alcançados.

Turno	Transcrição	Categorias de Análise
33	Rafael - <i>Qual vai ser o objetivo do Mach-Zehnder?</i>	<i>Atenção aos objetivos da atividade (I. 1)</i>
34	Paulo - Então, o que a gente quer ver? Num Mach-Zehnder real a gente tem dois objetivos, <i>um é obter a figura de interferência e confrontar justamente o que eles estavam vendo lá [no efeito fotoelétrico] como é que acontece, interferência é um fenômeno ondulatório, então vai ver interferência construtiva, destrutiva e você vai obter a figura, então o objetivo final dessa aula é ver no arranjo experimental eles obterem isso, mas também não é uma coisa assim: Ah, eu bato o olho e tô enxergando. Aí ele tem o outro que ele vai ter que ter o objetivo secundário que é ver o quê? Que na ciência você vai construindo o aparato, vai verificando, entendeu? Essa observação não é direta, você tem que controlar algumas variáveis [...]</i>	
35	Rafael - <i>Nosso objetivo é a figura de interferência, ver que é ondulatória.</i>	
36	Paulo - <i>Isso. Perceber o fenômeno da interferência ali e aí quando você vai pra aula de informática sai do interferômetro real e vai pro ideal, por que a gente tem o interferômetro real? Você tem um feixe, você não tem um fóton ali e no ideal você tem um único fóton, você faz experiência com um único fóton e aí vai estudar o caminho, aí é o passo pra quântica, né? Porque aí você vai começar a interpretar se é ondulatório como é que com um único fóton acontece? Como é que eu tenho um único evento que provoca a figura da interferência? Qual é a diferença quando eu to tratando como onda e como partícula? [...]</i>	<i>(I.1) Atenção aos objetivos da atividade / Sugestões ou observações sobre as interações entre professor, alunos e material. (I. 2)</i>

O trecho acima destaca como é importante o professor conhecer detalhadamente os objetivos de cada atividade (***Atenção aos objetivos da atividade (I. 1)***) para poder encaminhar a aula de acordo com o planejado. Nota-se que os objetivos são acompanhados por observações sobre a abordagem do conteúdo (***Sugestões ou observações sobre as interações entre professor, alunos e material. (I. 2)***) a ser feita em sala de aula, por exemplo, o final do turno 36, quando algumas perguntas são sugeridas para serem colocadas para que os alunos pensem e argumentem sobre elas.

A seguir temos um breve diálogo, no qual podemos identificar algumas outras ideias importantes.

Turno	Transcrição	Categorias de Análise
42	Paulo - [...] na verdade não é a simulação que você quer discutir, você quer discutir é quando você sai do real pro ideal e aí você passa a ter a necessidade do experimento do pensamento, tem que imaginar mais um raio, é um único fóton que tá passando ali, é uma única onda? O que acontece quando... Como é que a onda interfere com ela mesma? Que já é o pulo pra você fazer a discussão com eles das interpretações da quântica. O pulo do gato é o interferômetro, como é que saio do que estou tratando classicamente pra poder começar a discussão quântica. Na última aula a gente vai perceber se eles entenderam ou não essas interpretações e mostrar também que não tem uma única interpretação. O grande lance na argumentação dos alunos é a gente perceber que existe mais de uma interpretação por quê? Porque no caso da quântica, diferente da clássica, você não tem uma resposta.	Atenção aos objetivos da atividade (I.1)/ Sugestões ou observações sobre as interações entre professor, alunos e material. (I. 2)
43	Júlio - Hoje teve uma menina que perguntou assim: Professor, eu estava entendendo de onda, agora esse negócio de partícula, por que não fica tudo onda? Eu falei: Você leu o texto? Retoma o texto. Ah, professor eu vi, ele tá falando aqui que tem coisa que dá pra explicar com um e tem outra coisa que não dá pra explicar com o outro, mas qual deles tá certo? [...] eu tento evitar no máximo de responder coisas pra eles, só que meu... Eles ficam o tempo inteiro cutucando. Professor, vai lá na lousa, coloca lá, quando o senhor faz a gente entende, eu to achando o texto difícil. O comentário geral de muita gente que eles acharam o texto difícil. [...]	Relatos ou observações a partir da experiência docente (I.6)/ Reflexão e avaliação sobre os resultados da aplicação da atividade investigativa (I. 5)
44	Rafael - Comigo também, acho que é uma coisa sistemática isso, acho que com outras pessoas também porque na escola, sobretudo o tipo de escola em que estamos trabalhando, não é feito dessa forma, é aula expositiva e acabou e fica muito cômodo pra eles, pra todo mundo fica cômodo, não que não tenha que ter aula expositiva...	Relatos ou observações a partir da experiência docente (I.6)
45	Júlio - Ou pior, você faz dez exercícios e quando você dá o décimo primeiro ele não faz.	
46	Paulo - Ou se o décimo primeiro for igual, um dos dez anteriores ele reproduz, como você disse lá do menino do vestibular, né?	
47	Júlio - Ele sabe resolver o problema, tem a técnica, mas não sabe interpretar o resultado.	

No turno 42, Paulo traz a importância da atividade do interferômetro com o seu objetivo de fazer a transposição das ideias clássicas para as ideias quânticas. Vemos nesta transposição uma importante etapa relacionada ao Ensino de Ciências, que ocorre quando o aluno começa a abstrair acerca de um fenômeno que não pode ser diretamente observado. Faz isso, ao buscar uma explicação para o fato de um

único fóton interferir consigo mesmo, conforme demonstrado pela simulação computacional do interferômetro de MZ. Entendemos que quando o Paulo chama a atenção dos professores para o fato de que o foco da discussão não será a simulação em si, mas as implicações que ela traz para a Física, ele esteja ressaltando necessidade de **atenção aos objetivos da aula (I.1 - Ideias sobre o planejamento das atividades)** e também, ao propor a passagem do fenômeno “real” para o “ideal” através da discussão com os alunos, está trazendo uma observação sobre como será o encaminhamento da aula (**Sugestões ou observações sobre as interações entre professor, alunos e material. (I. 2)**). Tal categoria também é encontrada no trecho: “[...] *tem que imaginar mais um raio, é um único fóton que tá passando ali, é uma única onda? O que acontece quando... Como é que a onda interfere com ela mesma?* [...]”, pois percebe-se que tais perguntas são maneiras de o professor conduzir a discussão a fim de que os alunos entendam esta passagem, que será primordial para o entendimento das interpretações quânticas.

Ainda no turno 42, esta mesma subcategoria continua a aparecer, porém é dada ênfase à importância do material, isso se deve ao fato de Paulo destacar que a atividade do interferômetro de MZ será fundamental para que a passagem do “real” para o “ideal” aconteça de forma clara, pois é através dele (o interferômetro) que surgirão as questões que a física clássica não dará conta de responder. Na fala de Paulo também podemos perceber que o professor ficará encarregado de mostrar aos alunos as interpretações válidas utilizadas pela mecânica quântica, realizar uma discussão sobre o assunto e avaliar na argumentação de seus alunos se de fato está havendo construção do conhecimento desejado.

No turno 43 Júlio traz uma situação que ocorreu em sua sala de aula, que relata a discussão que teve com uma de suas alunas a respeito das explicações, corpuscular e ondulatória, para os fenômenos do EF e do interferômetro de MZ. Este trecho nos mostra o surgimento da categoria **Relatos ou observações a partir da experiência docente (I.6)**, na qual o professor utiliza um relato da sua experiência durante a aplicação da atividade, mostrando que até os alunos são resistentes com as inovações metodológicas proporcionadas pelo EI. Segundo o professor muitos sugerem que ele vá à lousa para explicar o conteúdo, pois assim aprendem mais facilmente. Isto nos mostra o quão enraizado o ensino tradicional está em nosso

sistema educacional, pois nem os alunos são muito receptivos a uma nova abordagem de ensino.

Ainda neste turno o professor Júlio faz uma pequena avaliação de sua prática (**Reflexão e avaliação sobre os resultados da aplicação da atividade investigativa (I. 5)**) ao dizer: “*eu tento evitar no (sic) máximo de responder coisas pra eles...*”, percebemos que o professor procura encaminhar a aula investigativa de maneira a seguir um dos pressupostos teóricos estabelecidos em nosso referencial teórico e compartilhado durante as reuniões anteriores com os professores, na qual deve-se evitar fornecer aos alunos respostas prontas, buscando sim, construir a partir da argumentação, uma linha de pensamento coerente, orientando o estudante durante todo o processo.

No turno 44 o professor Rafael, retomando o que o professor Júlio colocou anteriormente sobre a dificuldade encontrada pelos alunos ao se depararem com uma metodologia de ensino diferente, faz uma reflexão sobre a prática docente (**Relatos ou observações a partir da experiência docente (I.6)**), baseado em sua experiência como professor, na qual as aulas expositivas, segundo ele, tendem a serem mais cômodas para os alunos e professores. Acreditamos que isto esteja relacionado ao fato de que em tais aulas o aluno desempenhe seu papel com certa passividade, muitas vezes não sendo convidado a participar das discussões sobre o conteúdo. Ao professor também nos parece mais cômodo, pois durante suas aulas vagueia pela sua zona de conforto, local onde tem consciência de que domina todo o conteúdo que irá ensinar, não arriscando métodos mais inovadores. Sua aula acaba se assemelhando mais a uma palestra, na qual a palavra é, na maioria do tempo, do palestrante, no caso, o professor.

4.2.1. Reunião 4 (25/09 – Parte 2) – Encerramento do Efeito Fotoelétrico (EF) e introdução ao Mach-Zehnder (MZ)

Como já citado anteriormente, esta segunda parte da reunião foi gravada após o término do que achávamos ter sido toda a reunião do dia. A câmera acabou

sendo ligada de repente, pois os professores, após um pequeno intervalo de tempo, começaram a discutir a respeito da aplicação da sequência. Nesta discussão foram resgatadas algumas observações sobre as atividades anteriores como a da caixa preta² e do efeito fotoelétrico, além de trazer uma importante preocupação de Rafael, um dos professores, relacionada às interpretações da física quântica. Abaixo iniciamos a análise da transcrição da reunião.

Turno	Transcrição	Categorias de Análise
1	<i>Júlio – [...] e ele falou que não conseguiu fazer a conta. Eu falei, vamos pensar no que você está fazendo, o fóton não está chegando? Tem dez de energia, não vou falar nem de unidade, a quantidade de energia dele é dez, digamos que o metal precise de dois, pra onde vai o restante? 'Ah, professor, vai pro elétron se movimentar.' E porque você não conseguiu entender isso quando fez a conta? Na conta o que tá dizendo é isso, da maneira como você coloca aqui se isso aqui vale dez e ele gasta dois pra onde é que vai o resto? 'Vai pra fazer o elétron se movimentar.' Eu falei: E você não conseguiu enxergar isso na equação? Depois que eu já tinha corrigido a equação, né?</i>	<i>Atenção à construção do conhecimento pelo aluno (I.4)</i>
2	<i>Rafael - Esse negócio também é outra coisa sistemática que a gente vê acontecendo, por que acontece isso? É aquele caso clássico de que a gente fala que muda a letra do "x e y" na matemática por "b e t" e o cara enrola, ele não dá o passo. Como é uma coisa sistemática e eu acho que é isso que também aconteceu no "$E = h \cdot f$" é que ele sabe fazer dentro daquele contexto da matemática, aí quando ele vai pra física ele não... Por que acontece isso? Eu acho que é um problema para ser trabalhado na discussão, na aula, o professor de matemática também devia fazer isso, tanto professor de física, quanto de matemática, buscar inter-relações entre as áreas.</i>	<i>Relatos ou observações a partir da experiência docente (I.6)</i>

Nesta passagem o professor Júlio relata uma breve discussão que teve com seu aluno, na aula de sistematização da atividade do efeito fotoelétrico, a respeito da distribuição de energia durante o fenômeno. É possível perceber o desenvolvimento da linha de raciocínio do aluno conforme o professor coloca as perguntas a ele, esta linha nos mostra a interação promovendo a construção do conhecimento científico, pois faz com que o aluno tome consciência, conforme Carvalho *et al.*(1998), do

² A atividade da caixa preta ocorreu na primeira aula da SEI, assim a discussão com os professores sobre esta atividade ocorreu logo no início. Como acabamos selecionando para a análise as reuniões a partir do dia 25/09/2012, a primeira discussão sobre a caixa preta ficou de fora.

processo de conservação da energia, presente em todos os fenômenos físicos. Isto faz com que a fala do professor se enquadre em uma de nossas categorias **(I.4 – Atenção à construção de conhecimento pelo aluno)**, na qual o aluno constrói conhecimento através da interação com o professor.

O trecho seguinte, a partir do turno 10, traz uma preocupação do professor Rafael referente à visão da ciência construída pelos alunos e suas experiências prévias ao aplicar a sequência didática sobre dualidade da luz. Contudo, vale lembrar que a sequência de ensino mencionada neste trecho pelo professor Rafael não é a mesma que foi aplicada durante esta pesquisa. Apesar de terem os mesmos objetivos, as atividades da sequência de ensino por nós utilizada nesta pesquisa foram modificadas para assumir um caráter metodológico seguindo os referenciais do ensino investigativo.

Turno	Transcrição	Categorias de Análise
10	Rafael - <i>Eu acho que tem um ponto crítico nesse negócio da interpretação, Paulo, eu também já trabalhei com esse material do Guilherme e nas duas vezes que eu trabalhei eu notei que acontece um problema assim: Quando fala em interpretação dá impressão de um relativismo, então é diferente da clássica “$F = m.a$” e acabou e tal... Eu creio que esse é o problema, não é diferente, a quântica tem uma estrutura interna lógica, ela não é passível de interpretação o que nós estamos falando de interpretação é outra coisa, entendeu? Não é que depende de opinião... Ah, o Bohr tem uma opinião o outro cara tem outra. Quanto ao formalismo lógico da quântica todos os cientistas falam a mesma coisa, é objetivo, o que eles têm é visão diferente de como interpretar aquele problema de lógica. Para o cara do ensino médio isso é um problema sério, nas duas vezes que trabalhei com eles não consegui mostrar dessa maneira, a impressão que eu fiquei é que ficaram muito confusos e acharam então que a coisa era como se dependesse de opinião. Entendeu? Eu tenho opinião de que é ondulatória, você tem opinião que é corpuscular... E não é isso.</i>	Antecipação de problemas e/ou questionamentos durante a aplicação da atividade (I. 1) e Relatos ou observações a partir da experiência docente (I.6)
11	Júlio - <i>E leva a outra coisa porque quando eles perguntam: Afinal é uma coisa ou outra? Aí você fala assim: É algo que ainda não tá fechado, você tem interpretações. Ele fala assim: Ah, vale qualquer coisa então.</i>	Antecipação de problemas e/ou questionamentos durante a aplicação da atividade (I.1) / Sugestões ou observações sobre as interações entre professor, alunos e material. (I. 2)

12	Paulo - Não, não vale!	
13	Júlio - <i>Aí eu falei: Não vale! No contexto que a gente está discutindo você tem essas maneiras de analisar isso, então dentro desse contexto tem essas quatro visões, mas não vale qualquer coisa.</i>	<i>Sugestões ou observações sobre as interações entre professor, alunos e material. (I. 2)</i>
14	Paulo - <i>Se pegar uma 5ª ou uma 6ª ela tem que tá pautada em todo esse formalismo, [...]</i>	

No quadro acima percebemos que o professor, ao refletir sobre sua prática docente (***Relatos ou observações a partir da experiência docente (I.6)***) a partir de uma atividade parecida que já havia realizado anteriormente, prevê um problema (***Antecipação de problemas e/ou questionamentos durante a aplicação da atividade (I. 1)***) ligado à epistemologia da ciência e à visão da ciência que se pretende construir com os alunos. De acordo com Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007) é essencial que o aluno entenda que a ciência progride a partir de um paradigma vigente bem estabelecido e aceito dentro das comunidades científicas e que, apesar de chamarmos as visões da mecânica quântica (MQ) de “interpretações”, elas estão pautadas em um formalismo essencial à sua aceitação dentro desta comunidade. Algo que fica claro durante esta passagem é que, com os nossos alunos, devemos deixar claro a importância deste formalismo para evitar que eles pensem que qualquer explicação dada seja válida. Esta ressalva aparece durante o diálogo entre os professores e seu formador e as enquadrámos dentro de nossa subcategoria ***Sugestões ou observações sobre as interações entre professor, alunos e material. (I. 2)***, pois consideramos que a epistemologia das ciências faz parte do conteúdo a ser ensinado.

No quadro seguinte podemos observar uma discussão e algumas sugestões sobre como minimizar este problema apontado anteriormente, relacionado ao desenvolvimento de explicações nas ciências.

Turno	Transcrição	Categorias de Análise
15	Rafael - <i>Não dá pra fazer uma ligação como fiz com a caixa preta, por exemplo? Na caixa preta têm vários modelinhos, eu tinha um modelo que tinha duas varinhas</i>	<i>Sugestões ou observações sobre as interações entre</i>

	<p>de um lado e duas do outro, então se eu puxasse essa varinha as outras duas (gestual conferido no vídeo: paralelas à esquerda) se eu empurrasse aí uma delas só que, acho que era a da direita ou a da esquerda, então não era coisa de interpretação, era um fato que estava acontecendo ali e a maneira como eu manipulava uma das varinhas, ditava como as outras iam se comportar. Eu entendo que interpretação é quando eu vou fazer uma hipótese sobre um mecanismo que tá por trás desse comportamento. <i>Tinha uma brincadeira que o próprio Guilherme fazia: Uma interpretação válida é que o moleque pode falar que tem um anãozinho lá dentro, um duende, que você mexe a varinha e ele vai mexer.</i></p>	<p>professor, alunos e material. (l. 2) e Sugestões ou observações sobre as atividades (l. 5)/</p> <p>Relatos ou observações a partir da experiência docente (l.6)</p>
16	Paulo - <i>Mas não foi uma brincadeira, foi uma vez que ele aplicou...</i>	Relatos ou observações a partir da experiência docente (l.6)
17	Júlio - <i>Foi na escola da Cris que o menino falou: Então quer dizer que se eu disser que tem um gnomo aí, tá certo?</i>	
18	Paulo – <i>É uma interpretação.</i>	
19	Júlio - <i>Se você conseguir explicar com ele como funciona...</i>	
20	Rafael - Tanto pra você, pra mim, pra ele, a caixinha a gente vai entender como ela funciona, <i>a gente vai fazer uma relação entre o comportamento que a gente faz em uma das hastes e como que a gente se comporta, disso nós não vamos discordar, isso é uma coisa bem objetiva o que nós vamos fazer... Aí eu acho que entra o lance da interpretação. Talvez dar aquela aula da caixinha.</i>	<p>Sugestões ou observações sobre as interações entre professor, alunos e material. (l. 2) / Sugestões ou observações sobre as atividades (l. 5)/</p>
21	Paulo - <i>Mas a caixa preta teve essa função na primeira aula, mostrar que, por exemplo, no mundo clássico interpreta o universo...</i>	Atenção aos objetivos da atividade (l. 1)
22	Rafael - Cada grupo teve várias interpretações da caixa preta.	
23	Paulo - <i>Sim, mas qual era a ideia? Pensar classicamente que você pode explicar a realidade de duas maneiras, ou é onda ou partícula, são antagônicas e complementares, não é isso?</i> Então o mote da caixa preta é esse, você pode retomar agora: <i>Olha, agora já não tenho mais esse dualismo, não pode ser só duas coisas, eu tenho mais de uma, mas todas elas estão pautadas no quê?</i>	<p>Atenção aos objetivos da atividade (l. 1) / Sugestões ou observações sobre as interações entre professor, alunos e material. (l. 2)</p>

Para superar o problema anteriormente identificado, o professor Rafael sugere o resgate de uma das atividades anteriores da SEI, a atividade da “caixa preta”, e através dela discutir com os alunos sobre os diferentes modelos encontrados na ciência e assim tentar fazer a conexão entre o que foi visto e o problema das “interpretações”. Observamos aqui a subcategoria **Sugestões ou**

observações sobre as interações entre professor, alunos e material. (I. 2), pois o professor, para prosseguir com a atividade atual (Mach-Zehnder e as Interpretações da MQ), busca elementos que já foram vistos anteriormente (Caixa Preta), chamando a atenção dos alunos ao que já foi discutido e que pode ser utilizado na presente atividade. Ao fazer isto, entendemos também que acaba nos dando uma sugestão sobre a atividade (**Sugestões ou observações sobre as atividades (I. 5)**), pois a retomada desta atividade da “caixa preta” e sua relação com a discussão das “interpretações” da MQ, não havia sido discutida durante as reuniões. Vemos nesta sugestão uma forma de ajudar o professor a alcançar o objetivo da atividade das interpretações e também que ajude os estudantes a perceberem como são construídos os modelos na ciência.

4.2.2. Uma breve síntese da reunião 4 (25/09/2012)

Esta reunião tratou sobre o planejamento da atividade do Mach-Zehnder, que se iniciaria na semana seguinte, e teve a participação do formador e de dois professores aplicadores (Rafael e Júlio).

Após a análise desta reunião pudemos perceber que a categoria **I.1 - Ideias sobre o planejamento didático** surge pela primeira vez na preocupação do professor com algo que poderia representar um problema à aplicação da atividade, o fato de a turma ter que ser dividida em duas partes. Esta antecipação de problemas ou questionamentos volta a aparecer posteriormente quando o professor, apoiado em sua prática docente (**I.6**), traz uma preocupação a respeito das interpretações da MQ (*turno 10 – parte2*). A mesma categoria volta a aparecer quando o professor deseja conhecer melhor os objetivos da atividade que irá aplicar em breve, para que possa ter o cuidado de mantê-los durante seu desenvolvimento.

A categoria **I.2 - Ideias sobre o planejamento metodológico** aparece por diversas vezes sob a forma de orientações para o encaminhamento da aula. Tais orientações são dadas, na maioria das vezes pelo formador Paulo, como já era esperado, pois ele já trabalhou com esta proposta metodológica anteriormente e

sempre que possível fornecia informações aos professores sobre como dar andamento às atividades no decorrer da aula. Porém existem momentos em que os professores Júlio e Rafael acabam trocando ideias sobre isto, utilizando-se de sua experiência prática como docente, ou seja, apesar de ainda não terem trabalhado com a SEI como está sendo proposta, são capazes de contribuir para o planejamento das aulas. Também, relacionadas a **I.2**, surgem ideias sobre como será feita a abordagem do conteúdo com os alunos. Estas observações também acabam sendo feitas por todos os participantes, isto talvez ocorra devido a eles já terem iniciado as atividades da SEI, já terem participado de algumas reuniões anteriores e também por trazerem às discussões toda experiência docente acumulada durante os anos atuando como professor.

Nos trechos selecionados, a categoria **I.3 - Ideias Estruturais** aparece na maior parte dos momentos como preocupações a respeito dos recursos didáticos disponíveis, que neste caso são os interferômetros e os computadores para a manipulação do simulador. A preocupação com o tempo que durará a atividade também aparece, esta é muitas vezes ressaltada por Paulo a fim de que os objetivos da atividade sejam alcançados.

A categoria **I.4 – Atenção à construção de conhecimento pelo aluno**, como já era esperado, surge sempre no relato dos diálogos dos professores com seus alunos. Conseguimos identificar esta categoria no momento em que percebemos a atuação do professor, através de perguntas e orientações, no processo de construção do conhecimento pelos seus alunos.

A categoria **I.5 – Ideias para o replanejamento e avaliação das atividades aplicadas** aparece, principalmente, quando os professores sugerem alterações nas atividades, tais alterações geralmente surgem apoiadas em discussões das reuniões passadas ou na experiência docente adquirida pelo professor ao longo do tempo de carreira.

Algo que aparece com determinada frequência nas discussões é a categoria **I.6 – Relatos ou observações a partir da experiência docente**, nela buscamos identificar justamente elementos adquiridos durante a experiência como professor que tenham contribuído de alguma forma durante as reuniões.

4.3. Reunião 8 (04-12-2012) – Finalização da SEI – Avaliação e Considerações dos professores participantes.

O encontro do dia 04/12/2012 teve como objetivo reunir pela última vez os professores para que eles pudessem expor suas considerações e fazer uma avaliação a respeito da experiência de ter aplicado a SEI sobre dualidade da luz. Nela estavam presentes os professores aplicadores, Júlio e Rafael, e também Paulo.

Tema da reunião	Aulas Discutidas	Participantes	Momento da Aplicação
Finalização da SEI – Avaliação e considerações dos professores participantes.	Toda a SEI	Paulo	
		Júlio	SEI finalizada
		Rafael	SEI finalizada

Quadro 13 - Quadro relacionando as reuniões às aulas da sequência.

No primeiro momento os professores são convidados por Paulo a falar sobre suas experiências durante a aplicação da SEI. O primeiro a falar é o professor Júlio.

Turno	Transcrição	Categorias de Análise
2	Júlio - Vou falar primeiro o que eu percebi em geral, acho que a sequência foi condizente com a proposta da gente chegar na discussão das interpretações que temos na mecânica quântica , mas eu vi que pelo menos tive dois problemas e que para mim vão ajudar até também pra o que eu to querendo, foi o seguinte: Na turma da manhã – turma do 3º A – como tive pouquíssimas interrupções em termos de sequência das aulas, então não tive que fazer tantas retomadas... É óbvio que você sempre faz retomadas, mas retomadas assim, você acabou de dar aula numa semana na semana seguinte você tá retomando aquele finalzinho pra dar prosseguimento, então eu acho que essas pequenas interrupções normais de aula não atrapalharam a aplicação da sequência. Eu vi que teve um envolvimento grande por parte dos alunos quanto às atividades, principalmente as atividades relacionadas ao simulador e a própria caixa preta.	(1.5) Reflexão e avaliação sobre os resultados da aplicação da atividade investigativa / (1.3) Planejamento de tempo para a realização da atividade.
3	Paulo - Os dois simuladores?	
4	Júlio - Os dois. O auge mesmo que eu percebi que foi o mais bacana de todos foi o do interferômetro, embora no início para eles fosse uma coisa estranha de ter que fazer aquele arranjo experimental que eles nunca viram na vida, não sabiam qual era o objetivo daquilo ali, mas foi legal ver a	(1.5) Reflexão e avaliação sobre os resultados da aplicação da atividade investigativa /

	<p><i>motivação deles por trás de querer fazer a coisa funcionar e de eles ficarem mais felizes ainda quando conseguiram, apesar de todas as dificuldades que nós tivemos. Eu acho que no decorrer das aulas as discussões que apareceram foram discussões bastante válidas. É óbvio que em vários momentos o professor, no caso eu, a gente tem que dar um ritmo pra coisa mesmo porque infelizmente não se tem o tempo total que a gente... Você não pode ficar ali duas horas esperando que o aluno vá falar alguma coisa, então tem que ficar o tempo inteiro perguntando, estimulando, o professor ali não tem saída, quem for aplicar um curso desse, além de estudar, conhecer o conteúdo, acho difícil conhecer o conteúdo com profundidade porque têm coisas ali que vão muito além do que o professor naturalmente trabalha em sala de aula, mas ele tem que ter uma predisposição a estudar antes e tem que estar muito atento aos momentos que vão acontecendo na aula, quando eu digo dos momentos que estão acontecendo na aula é dele ficar atento que o aluno tem hora que vai ter que falar muito e se ele não falar você tem que estar perguntando, não sei se consegui fazer isso o tempo inteiro, acho que em alguns momentos eu tenha conseguido exercer melhor essa ideia de estar instigando o aluno a falar, eu acho que em outros momentos como mau hábito nosso a gente acaba falando demais mesmo e eu tenho ciência que isso aconteceu, eu acho que poderia ter dado um pouquinho mais de fala para eles, mas até por preocupação com o tempo, infelizmente a gente fica, pra mim o que acabou atrapalhando e me deixando um pouco aflito durante toda a sequência das aulas foi esse problema do tempo que é uma coisa que vai contra a gente mesmo porque quer queira, quer não, mesmo no período da manhã que se eu quisesse até conseguiria mais aulas, mas você não vai ter o tempo todo disponível, você tem que começar e tentar levantar pergunta, problematizar, envolver os alunos, fazer com que eles falem, mas tem que concluir, né?</i></p>	<p>(I.3) Planejamento de tempo para a realização da atividade. /</p> <p>Sugestões ou observações sobre as interações entre professor, alunos e material. (I. 2)</p> <p>/ (I.6) Reflexões a partir da experiência docente</p> <p>Sugestões ou observações sobre as interações entre professor, alunos e material. (I. 2)/</p> <p>Reflexão e avaliação sobre os resultados da aplicação da atividade investigativa (I. 5)/</p> <p>(I.3) Planejamento de tempo para a realização da atividade. /</p> <p>Sugestões ou observações sobre as interações entre professor, alunos e material. (I. 2)</p>
5	<p>Paulo - Por isso tem o cronograma.</p>	<p>(I.3) Planejamento de tempo para a realização da atividade.</p>
6	<p>Júlio - Exatamente. <i>Eu acho que o que mais me deixou aflito e talvez apareça muito nas gravações é essa minha preocupação com o tempo, não sei se acabei cortando aluno às vezes em momento que não deveria, mas foi sempre preocupado em conseguir dar o ritmo pra sequência.</i> Eu acho que no período da manhã funcionou muito bacana, no período da noite foi uma complicação muito maior porque primeiro as aulas são gravadas sempre às sextas-feiras nas últimas aulas e aí tem o problema de que muitos alunos não comparecem normalmente as sextas, embora eu acho que nosso quadro foi até razoavelmente bom, <i>mas tivemos muito problema de interrupção da sequência, então, por exemplo, você dava aula numa semana, depois o prédio era requisitado pelo TRE pra preparação por conta das eleições, primeiro turno, segundo turno, depois reunião de SARESP, depois reunião pra pré-conselho, então essas várias interrupções que tivemos acabaram atrapalhando</i></p>	<p>(I.5) - Reflexão e avaliação sobre os resultados da aplicação da atividade investigativa e (I.3) Planejamento de tempo para a realização da atividade.</p> <p>(I.3) Planejamento de tempo para a realização da atividade.</p>

	<p>principalmente pelo andamento das discussões que não eram a mesma coisa, por exemplo, a gente acabou hoje a discussão do efeito fotoelétrico, a continuidade que foi trazer o interferômetro versão real e o simulador para eles discutirem e que seria bonitinho pra você discutir esse problema da dualidade que apareceu no final da aula anterior que foi no efeito fotoelétrico, você teve que perder um tempão, então a coisa foi se diluindo ao longo do tempo e não era a mesma coisa em retomar depois... Paramos na última aula nessa discussão. Então não foi a mesma coisa que aconteceu no período da manhã e o da noite. No período da manhã foi em sequência, uma semana após a outra. No período da noite levou quase um mês pra gente voltar pra o interferômetro, então teve muita coisa bacana que acabou se perdendo e que mesmo você tentando resgatar não é a mesma coisa.</p>	
7	<p>Paulo - Você já olhou pro registro escrito e acha que os dados mudam muito?</p>	
8	<p>Júlio - Eu acho que mudam. Eu percebo que talvez pelo resgate que eu tenha tentado fazer no período da noite, algumas coisas eu acabo induzindo de maneira involuntária nesse resgate: A gente ficou várias aulas de preparação falando da natureza da luz como onda. No efeito fotoelétrico aqui apareceu uma problemática e a natureza ondulatória não dava conta, então a gente apontou na corpuscular e mesmo fazendo a comparação entre os dois modelos e quem defendia um e o que era explicado por um modelo e quem defendia o outro que era explicado pelo outro... Não sei... Acho que em algum momento ali talvez eu tenha direcionado – eu não assisti as minhas aulas – em algum momento mais pra um caráter do que para outro. Até mesmo a discussão que foi feita no último dia das interpretações, no meu julgamento acho que a discussão ficou pobre porque foi o último dia de aula, então a cabeça dos alunos já estava em outro lugar, a única turma que estava tendo aula naquele dia e horário era a nossa, então você imagina, não tinha ninguém no colégio, eram quase dez horas da noite e a única turma que persistia lá e estava participando disso porque os alunos se comprometeram a vir, eu acho que talvez o momento em que aconteceu isso não foi adequado por ser final de semestre, praticamente quase o último dia de aula, véspera de conselho, então os alunos já estavam cansados também, eu confesso também que foi muito cansativo terminar essa sequência porque tem o meu desgaste também, tive que abrir mão de outras coisas pra fazer isso, mas abracei e falei que ia até o final e a gente foi até o final. Eu recomendaria se isso fosse feito de novo, se fosse acontecer mesmo, teria que acontecer na pior das hipóteses, mas começar mesmo em agosto, setembro na pior das hipóteses para acabar em outubro, porque novembro, cara, é um mês complicadíssimo.</p>	<p>(I.5) Reflexão e avaliação sobre os resultados da aplicação da atividade investigativa /</p> <p>(I.5) Sugestões ou observações sobre as atividades</p>
9	<p>Rafael - <i>Ou no primeiro semestre.</i></p>	<p>(I.5) Sugestões ou observações sobre as atividades</p>
10	<p>Júlio - <i>Ou no primeiro semestre, exatamente, que eu acho que é quando a gente tá com muito mais gás. Eu acho que as discussões que pudessem aparecer por ser outro momento...</i> A gente estava mais animado mesmo no início, eu</p>	<p>(I.5) Sugestões ou observações sobre as atividades /</p>

	<p>acho que seriam melhores... <i>O que eu colocaria que talvez tenha complicado mais as discussões, principalmente no período noturno, foi esse espaçamento das aulas</i>, então eu, enquanto professor, tinha que ficar resgatando muita coisa e é verdade que se perde no tempo, cara; você tem três semanas, o cara está tendo contato com um conteúdo que já não é um conteúdo normalmente trabalhado em sala de aula, você traz elementos ali que vão muito além do que de maneira costumeira discutimos em física clássica, então você está com elementos ali de um conhecimento que não é tão palpável, o problema é esse mesmo. Tive relato de alunos que achei muito bacana, apareceu isso de manhã e a menina falou assim: Professor, eu gostei muito da parte de dualidade. Eu falei: Mas por que você gostou? Ah, professor, porque a gente tem que usar muito o pensamento. Já teve outra menina do mesmo grupo dessa, isso está registrado que falou: Ah, professor, eu já não gostei. Falei: Por quê? Porque tive que pensar demais.</p>	<p>(I.3) Planejamento de tempo para a realização da atividade</p>
11	Paulo - O contrário.	
12	<p>Júlio - <i>Foi o contrário, mas o que eu achei bacana, principalmente na sequência, é que ela foge à mesmice, o aluno tem que trabalhar mais e isso aí é notório, o aluno tem que se colocar num papel de produzir mais, tem que pensar mais e eu acho que até quando “não deu tão certo” foi positivo</i>, por exemplo: No texto do efeito fotoelétrico os alunos em geral comentaram que tiveram dificuldade muito grande de ler e entender a quantidade de informações que estavam ali. Até isso foi positivo porque eles estavam lendo e se o cara consegue perceber que tinha tanta coisa assim eu já fico satisfeito <i>porque ele teve que se colocar no papel de ler, interpretar, selecionar, separar as coisas, ali no texto tá bem claro, ora está falando de um modelo que é o ondulatório, ora está falando do modelo corpuscular, então se ele conseguiu perceber que tem muita coisa ali, mas ele estava tendo dificuldade de organizar, aí é óbvio que compete ao professor dar uma pausa ali e tentar organizar junto com os alunos</i>. Eu só vi aspectos positivos, <i>agora o que eu acho que precisava acertar mesmo é poucos detalhes na sequência e que não dá pra trabalhar em final de semestre, tem que ser no segundo bimestre de um ano letivo ou na pior das hipóteses no terceiro bimestre que é onde eu acho que você consegue produzir mais, esse período no final foi muito desgastante pra mim e também para os alunos, eu acho que isso acaba desfavorecendo as discussões, por mais que você estimule eles</i>, como final, terceiro ano teve um monte de provas, SARESP, nosso colégio também fez a parte de Pré SARESP, então foram mais aulas comidas ainda, mais desgastados os alunos, então acho que foi cansativo.</p>	<p>(I.5) Reflexão e avaliação sobre os resultados da aplicação da atividade investigativa</p> <p>Sugestões ou observações sobre o uso do material (I. 2)</p> <p>(I.5) Sugestões ou observações sobre as atividades</p>
13	<p>Paulo - <i>E em termos de conteúdo você acha que levar para o primeiro semestre não prejudica em termos de alguns conceitos... Porque normalmente o que trabalha a gente, teoricamente, já viu no segundo ano</i>. Não é isso?</p>	<p>(I.5) Sugestões ou observações sobre as atividades</p>
14	<p>Júlio - Tem muita coisa... Essa turma que eu trabalhei do 3ºA e do 3ºB era uma turma de dois segundos anos da manhã que acabaram sendo diluídos, então alguns alunos acabaram ficando no período da manhã e acabaram chegando poucos outros e outros foram para o período noturno, alguns foram para</p>	

	<p>o 3ºB – essa turma foi gravada – outros para o 3ºC, outros pro D... O que eu percebi mais foi na turma da noite mesmo que acabou um pouco mais mesclado, mas eu não acho Paulo que se você aplicasse isso no primeiro semestre complicaria, <i>eu acho que o que aconteceria na verdade é que quem fosse fazer a programação pra aplicar essas aulas de sequência de dualidade teria que se preocupar com pré-requisitos de física clássica</i>, então olhar em que ponto os alunos estão em termos de conhecimento da natureza da luz, parte de ondas e os elementos de ondas, se o aluno não tem muita apropriação disso talvez um bimestre daria pra discutir um pouquinho da parte elétrica, a parte magnética da matéria e resgatar um pouquinho dessa parte de onda e luz que é o que fazíamos nos cursos anteriores. <i>Eu nunca apliquei a sequência desse jeito, sempre apliquei da maneira que a gente teve o material aqui, mas eu achei uma maneira interessante de você introduzir, de você começar discutindo a natureza da luz a partir do efeito fotoelétrico, não achei uma ruptura grande não, mas o que é pré-requisito importante é o que eles já sabem antes mesmo, então se ele já teve esse contato da luz no segundo ano, se ele domina alguns elementos básicos de ondas, isso favorece, agora, ficaria complicado de fazer essa sequência sem esses elementos antes.</i></p>	<p><i>(I.1) Atenção aos pré-requisitos dos alunos /</i></p> <p><i>(I.6) Reflexões a partir da experiência docente</i></p> <p><i>(I.1) Atenção aos pré-requisitos dos alunos /</i></p>
--	---	---

Como já era esperado, nesta última reunião há o aparecimento das categorias relacionadas à avaliação da aplicação da SEI e de suas atividades. O professor Júlio inicia sua fala fazendo uma ***(I.5) Reflexão e avaliação sobre os resultados da aplicação da atividade investigativa***, pois após realizado todo o trabalho de aplicação, a avaliação do professor é que a aplicação da SEI foi coerente com sua proposta e conseguiu atingir os objetivos relacionados ao conteúdo conceitual, de discutir as quatro interpretações da MQ. Apesar de fazer tal afirmação, o professor ainda não justifica explicitamente sua posição, ao invés disto, parte para o apontamento de dois problemas enfrentados por ele durante o processo.

O primeiro problema apontado trata do planejamento do tempo e caracteriza ***(I.3) Planejamento de tempo para a realização da atividade***. Júlio coloca que as atividades geraram algum engajamento por parte dos alunos, o que resultou em “discussões bastante válidas” sobre o conteúdo estudado, porém tais discussões tinham que ser constantemente estimuladas pelo professor. Segundo as palavras dele, o professor deve estar “muito atento aos momentos que vão acontecendo na aula”, isto porque é o professor quem dita o ritmo e encaminha as discussões ***(Sugestões ou observações sobre as interações entre professor, alunos e material. (I. 2))***. O problema real surge quando o professor tem um determinado

tempo para problematizar a atividade, engajar os alunos, fazê-los argumentar a respeito do conteúdo e sistematizar o conhecimento construído durante a atividade realizada. Isto para Júlio parece ter sido angustiante, pois mesmo estimulando as discussões, houve momentos em que acabou “*falando demais*” (*sic*), como ele próprio descreve, sob a justificativa de ter que fazer a aula fluir de acordo com o planejamento de tempo.

Além das preocupações com o tempo, inerentes a todas as atividades, o professor também teve que lidar com elementos do calendário administrativo do colégio como, por exemplo, a aplicação do SARESP, a concessão do espaço da escola para as eleições e as reuniões pedagógicas, todos interferindo de alguma forma no andamento da aplicação das atividades da SEI. Isto, para ele, também se tornou um problema, pois o grande intervalo de tempo entre duas atividades encadeadas levava à necessidade de mais tempo na retomada das ideias discutidas na primeira atividade e, ainda assim, apesar desta retomada, alguns elementos discutidos acabaram se perdendo. Esta afirmação foi feita pelo professor ao comparar as respostas dadas pelos alunos aos questionários pelas turmas da manhã e da noite, sendo que as da manhã foram mais completas e elaboradas que as da noite. Tal distinção, segundo o professor, se deve às constantes interrupções sofridas durante a aplicação da SEI no período noturno.

A partir da observação anterior (Reflexão e avaliação sobre os resultados da aplicação da atividade investigativa), o professor faz uma sugestão para as próximas aplicações da SEI: que ela seja aplicada durante o primeiro semestre, momento em que os professores e alunos estão mais motivados e os momentos de interrupção possivelmente sejam menores. Pensamos que tal sugestão se enquadra em **(I.5) Sugestões ou observações sobre as atividades** e está também relacionada ao **(I.3) Planejamento de tempo para a realização da atividade**, pois mostra a preocupação do professor em manter certa regularidade durante a aplicação da SEI, visto que no segundo semestre as interrupções no cronograma costumam ser maiores.

Outra observação interessante **((I.5) Reflexão e avaliação sobre os resultados da aplicação da atividade investigativa)** que o professor Júlio trouxe para a discussão foi uma das características de atividades investigativas, nas quais

o aluno assume o protagonismo durante sua construção de conhecimento. Tal metodologia requer que o estudante aja ativamente, buscando a resolução do problema proposto, tendo que trabalhar mais em sala de aula. Pensamos que tal reflexão também está amparada em sua experiência docente, pois é capaz de comparar a metodologia do EI com outras utilizadas em sua prática, concluindo assim que o estudante acaba sendo protagonista durante a aula.

Outro ponto importante, segundo o professor Júlio, diz respeito aos pré-requisitos conceituais necessários aos alunos para que a SEI seja efetiva em seus objetivos relacionados ao estudo da dualidade da luz. Para Júlio, os alunos devem ter algum conhecimento sobre a natureza da luz a partir da interpretação clássica, que distingue a luz, ora como onda, apoiada nas ideias de Huygens, ora como partícula, apoiada nas ideias de Newton, para que então possam dar o passo às interpretações quânticas.

Após Júlio tecer algumas colocações a respeito da aplicação da SEI, Rafael toma a palavra para iniciar sua avaliação sobre as atividades.

Turno	Transcrição	Categorias de Análise
15	Paulo - Rafael?	
16	Rafael - Então, <i>a questão do tempo eu concordo com ele e eu não diria assim que é o número de aulas que deveria aumentar, o que aconteceu com relação ao tempo foi isso, teve muitos feriados em outubro e novembro e as atividades do SARESP e teve outras atividades na escola, como um Planetário Móvel que apareceu lá e isso estava meio fora do calendário então eu tinha turma, por exemplo, que tinha aula dupla e aí calhou de ficar 21 dias porque ficou três semanas...</i>	<i>Planejamento de tempo para a realização da atividade (I. 3)</i>
17	Júlio - <i>Foi a mesma coisa com a minha da turma do noturno foi exatamente isso...</i>	
18	Rafael - <i>E aí quebra mesmo essa questão do engajamento, você tem que voltar e eles não lembram às vezes, nem lembram mais onde tinham parado. A gente estava conversando ali numa possibilidade de talvez se tiver uma situação parecida com essa, como a gente estava filmando, voltar à filmagem e mostrar: Lembra onde a gente parou? Vocês estavam discutindo isso... Quem sabe ajudaria e eu não pensei na hora.</i>	<i>Planejamento de tempo para a realização da atividade (I. 3) / Reflexão e avaliação sobre os resultados da aplicação da atividade investigativa (I. 5)</i>

19	Júlio - <i>Eu também não pensei nisso.</i>	<i>Reflexão e avaliação sobre os resultados da aplicação da atividade investigativa (I. 5)</i>
20	Rafael - <i>Talvez fosse mais legal pra eles.</i>	
21	Paulo - <i>Estariam reparando...</i>	
22	Rafael - Foi o que dificultou... <i>Com relação ao material em si a única coisa que eu diria é o questionário, por exemplo, do efeito fotoelétrico tem muita informação de uma vez só, por exemplo, ele pede pra calcular a energia do fóton e aí usa tanto joule, quanto elétron-volt e essa conversão é um fator a mais para confundir o cara e na hora a gente estava interessado em entender direitinho o que era o fóton e como é que calculava a energia e eu acho que abrir mão dessa... Deixar uma unidade só.</i>	
23	Júlio - <i>Exatamente. Eu daria nessa questão elétron-volt mesmo porque como os valores que aparecem ali são valores que não tem nada de potência de dez em geral, né? Então facilita mesmo até pra você fazer algumas simulações, então, por exemplo: Metal Sódio precisa de 2,3 elétrons-volts ou 4,3, não lembro, mas um valor de elétrons-volts pra você arrancar o elétron do metal, então você tem aquele valor ali, qualquer valor abaixo daquilo ali se você bota potência de 10 talvez consiga alguma coisa, mas pra elétron-volt fica mais fácil porque se for, por exemplo, 4,3 e você mandou menos do que isso já sabe que não vai acontecer efeito fotoelétrico por questão energética mesmo, precisa ter no mínimo aquela energia pra você poder desligar o elétron, mais do que isso arranca o elétron e o que sobra é conservação de energia.</i>	<i>(I.5) Sugestões ou observações sobre as atividades</i>
24	Rafael - <i>Em alguns momentos da aula o que a gente fez pra minimizar isso aí? Falamos, vamos colocar uns valores fictícios aqui, falar em quatro unidades de energia porque tem um número aí que na verdade é uma potência de 10 e não sei o que, tem problemas de conversão de unidade, mas não vem ao caso aqui, é mais pra entender porque acontece o efeito fotoelétrico e como é que ele acontece, mas isso dá pra sanar, é uma questão do professor...</i>	
25	Paulo - <i>Mas a gente mesmo podia ter previsto e fazer uma adaptação, né? Nós pegamos uns exercícios que são alguns clássicos já do vestibular. Essa ideia que vocês deram... A gente podia fazer uma adaptação nisso reduzindo essa situação, tira as conversões...</i>	
26	Rafael - <i>Uma situação legal também, Paulo, que é o seguinte: Às vezes o sujeito escreve um texto e tem as razões dele, tem boas intenções, isso é indiscutível e aí o cara que vai aplicar tem que ter um pouco de sensibilidade na hora lá, tem que se ajeitar, transformar um pouco aquilo, sei lá eu...</i>	

27	Paulo - <i>Mas vamos pensar, por exemplo, nós que estamos aplicando estamos habituados, vocês se dispõem, fazem parte de um grupo de trabalho. Se a gente levar para uma escola qualquer e falar pra pessoa assim: Olha, a gente precisa dessa sequência. De repente o cara vai tentar reproduzir aquilo que a gente orientou.</i>	
----	--	--

A primeira colocação de Rafael está em concordância com Júlio e diz respeito ao planejamento de tempo durante a aplicação da SEI (***Planejamento de tempo para a realização da atividade (I. 3)***). Ele também acabou sofrendo com as constantes interrupções durante o trabalho, ocasionadas pelas vicissitudes inerentes ao ambiente escolar, chegando a ter um intervalo de mais de vinte dias entre duas aulas, o que ocasionou perdas, tanto no engajamento dos alunos, como na qualidade das discussões realizadas. A fim de minimizar tal perda, o professor sugere que a retomada das ideias das aulas anteriores, normalmente feita pelo professor, seja acompanhada da exibição com trechos do vídeo gravado na aula anterior. Esta ideia nos mostra uma ***Reflexão e avaliação sobre os resultados da aplicação da atividade investigativa (I. 5)***, porém não nos parece viável tomarmos isto como uma solução já que uma das intenções desta implementação da SEI por diferentes professores era justamente validar a aplicação desta SEI e, ao tomarmos isto como objetivo, temos que levar em conta que o professor comum, aquele que não está envolvido no processo de pesquisa, que aplicará a sequência, não necessariamente estará gravando suas aulas, logo não podemos vincular a retomada de ideias discutidas em aulas anteriores à exibição do quê os alunos falaram nestas aulas.

Outra observação trazida pelo professor Rafael diz respeito a uma atividade específica, que é o questionário utilizado durante o estudo do efeito fotoelétrico. Para ele, o fato das informações relacionadas aos valores de energia do fóton estarem tanto em joule, como em elétron-volt, gera confusão para os alunos no momento da resolução das questões e no entendimento dos conceitos encontrados no texto. Para sanar este problema os professores, tanto Rafael, como Júlio, sugerem adotar a unidade elétron-volt como padrão (***(I.5) Sugestões ou observações sobre as atividades***), pois além de ser a mais usual quando tratamos o problema do efeito fotoelétrico, não costuma carregar consigo as potências de dez,

o que facilitaria o entendimento do aluno do conceito relacionado à conservação da energia. Durante a aplicação eles relatam que chegaram a fazer algumas adaptações relacionadas a este problema com o objetivo de minimizar a confusão aos alunos causada pelas diferentes unidades. Esta fala nos sugere que os professores se anteciparam a um possível problema, utilizando sua experiência docente e acadêmica como base para tal, agindo então para superá-lo durante a situação de sala de aula. Esta contribuição dada pelos professores aplicadores nos mostra como a experiência docente pode ser útil na avaliação do resultado da aplicação das atividades investigativas.

A partir do turno 28 os professores tecem alguns comentários sobre a aplicação da atividade do interferômetro do Mach-Zehnder e suas impressões ao terem manipulado todo aparato previamente, durante as reuniões com Paulo.

Turno	Transcrição	Categorias de Análise
28	<p>Júlio - O que achei que pra mim agregou muito e não acho que é vergonha nenhuma, por exemplo, eu nunca tinha mexido no interferômetro mesmo, então eu conhecia o interferômetro de Michelson e Morley que a gente discutiu algumas vezes até mesmo por conta do curso de relatividade, conheci o interferômetro de Mach-Zehnder pelas discussões do curso de Mecânica Quântica, mas que eu tivesse manipulado ele mesmo... Estranho o que vou falar, mas teoricamente, a gente estuda, aquilo é uma coisa, mas quando você vai colocar a mão na prática mesmo tem um monte de outros elementos que acabam se agregando ali e eu me senti como o próprio aluno ali... Eu lembro que quando vocês trouxeram aqui até a dificuldade de você posicionar aqui o laser, eu nunca mexi naquilo ali, cara, então eu me coloco na situação do aluno ali também. Quando eu vou apresentar pra eles e aí eles ficaram com vergonha também, a mesma vergonha que talvez eu tenha tido aqui foi a mesma vergonha que percebi de ficarem meio sem jeito, perguntarem: “Professor, mas onde que coloca isso aqui...?” Eles não tiveram coragem de perguntar, mas entre eles acabaram achando uma solução. Isso eu achei bacana. Pra mim agregou demais conhecer o interferômetro real, perceber quais são as dificuldades de produzir aquelas imagens de interferência e levar isso pra sala de aula, então eu que nunca tinha mexido, tinha que mexer antes, treinar em casa, levei pra casa mesmo pra ficar treinando antes e mesmo assim dá dificuldade na sala porque a condição de alinhamento ali é outra se você levou de carro e mexeu qualquer pino ali, mesmo fixo... O didático é mais tranqüilinho, mas o que tem as peças todas soltas é complicadíssimo e é um exercício de paciência e cai de novo no problema do tempo porque você não tem tempo ali, tinha</p>	<p>Atenção aos recursos didáticos: disponibilidade, manipulação e características. (I. 3)/</p> <p>Sugestões ou observações sobre as interações entre professor, alunos e material. (I. 2)</p> <p>Atenção aos recursos didáticos: disponibilidade, manipulação e características. (I. 3)</p> <p>Planejamento de tempo para a realização da atividade (I. 3)</p>

	hora que dava aflição mesmo de ver os alunos ali e os caras colocam o espelho aqui e ali, você percebe que o espelho tá todo torto...	
29	Rafael - <i>O bacana dessa atividade é isso é que o cara vê e sente mesmo como que é o interferômetro na prática, uma coisa é ele ver o desenho na lousa, ver num livro, ler a teoria, isso é uma coisa, agora ele vai lá mexer e aí que é legal ver como é a realidade da coisa.</i> Lembro que eles estavam apavorados e eu falei: Olha, gente vocês não precisam se apavorar com isso não, até porque os sujeitos que fizeram essas experiências levaram aí no mínimo dez anos, li que Morley levou dez anos, fez em 1908 depois repetiu e não sei o quê... <i>Na verdade eu queria dizer que a coisa era assim mesmo, demorava e era paciência, acabou o tiro saindo pela culatra porque ele falou assim: Pô, o cara demorou dez anos e você quer que a gente faça em meia hora?</i>	<i>Sugestões ou observações sobre as interações entre professor, alunos e material. (I. 2)</i> <i>Relatos ou observações a partir da experiência docente (I.6)</i>
30	Júlio - Você arrumou uma desculpa pra ele. (risos)	<i>Relatos ou observações a partir da experiência docente (I.6)</i>
31	Paulo - Essa é ótima!	
32	Rafael - O cara não tinha o laser que vocês têm, não tem o espelhinho, então vocês já sabem o resultado, já sabem o caminho...	
33	Júlio - Mas o que é bacana, principalmente nessa atividade...	
34	Rafael - <i>A parte legal do curso é essa passagem do abstrato de volta pro concreto, geralmente vai do concreto pro abstrato.</i>	<i>Reflexão e avaliação sobre os resultados da aplicação da atividade investigativa (I. 5)</i>
35	Júlio - <i>O que eu acho mais fantástico nessa atividade é assim: Você mostra a figura lá pra ele, né? Então eles fazem no simulador e veem lá. Eu falei: Pessoal, vai aparecer uma figura parecida com essa. Eles não conseguiam, e aí eu falei: E aí o legal... Porque o cara fica bravo: Mas professor lá tá aparecendo e porque aqui não aparece? Falei: Então, vocês têm que resolver esse problema. Eu percebo que teoricamente é um momento complicado esse da atividade porque ou o aluno desiste, ele fala: Não to conseguindo nada até agora e acho que não vou conseguir mais. Mas o que percebi no geral é que o cara não desiste, ele vai até a última, mesmo que eu fale: Pessoal deu o tempo, vamos rodar. A gente pode depois tentar voltar aí? Meu, um monte de gente que não conseguia ou não ficava da maneira como eles esperavam: Ah, professor, a gente quer voltar lá! Isso eu achei legal, mesmo que a atividade seja uma atividade dura, no sentido de que não é trivial você chegar num resultado, mas era uma atividade que teria tudo para o cara desistir e eles não desistem, eles querem fazer a atividade para ir até o final, eles querem fazer aparecer a figura lá.</i>	<i>Sugestões ou observações sobre as ações procedimentais (I. 2)</i> <i>Reflexão e avaliação sobre os resultados da aplicação da atividade investigativa (I. 5)</i>

36	Rafael - <i>É legal fazer um paralelo com o interferômetro que é simulado, né? Você vê que o interferômetro real envolve mais os caras quando eles estão manipulando do que o simulador, você vê que a tendência deles na sala de informática é dispersar, mexem lá um pouco... Agora os outros eles ficam, eles ficam se batendo, claramente eles ficam lá se batendo porque é uma coisa mais concreta.</i>	<i>Reflexão e avaliação sobre os resultados da aplicação da atividade investigativa (I. 5)</i>
37	Júlio - <i>E tem competição, as meninas falaram: O grupo de vocês conseguiu fazer quantos? Mas é uma competição saudável. A gente conseguiu fazer esse e deu resultado... Ah, vocês nem chegaram em tal... Mas não é no sentido depreciativo. A partir das condições que tínhamos conseguimos resolver o problema.</i>	
38	Rafael - <i>Nesse caso dos experimentos com o interferômetro, eu tive que optar, no caso fiquei mais no laboratório porque eu achei que era mais importante e percebi que eles se envolviam mais, até porque achei que na sala de informática tendo explicado, o que era pra fazer, eles iriam de forma autônoma, então na filmagem eu quase não apareço na sala de informática na parte do interferômetro.</i>	
39	Júlio - <i>Eu já não fiz...</i>	

No turno 28, Júlio coloca um pouco de sua experiência de conhecer melhor e manipular os interferômetros de Mach-Zehnder e Michelson. Embora tenha tido contato com o aparato durante os cursos na graduação e na pós-graduação, o professor nunca o tinha manipulado e isto aconteceu em uma das reuniões antecedentes à aplicação da atividade do interferômetro em sala de aula. A fala mostra bem a necessidade de o professor conhecer e saber o funcionamento do material que será utilizado em classe, conforme a subcategoria **Atenção aos recursos didáticos: disponibilidade, manipulação e características (I.3)**, e relata como ele se sentiu ao montar pela primeira vez o interferômetro Mach-Zehnder. O professor chega a comparar sua dificuldade com a dificuldade sentida pelos alunos durante a execução da atividade. O fato de manipular o aparato previamente faz com que o professor preveja possíveis dificuldades e dúvidas que seus alunos possam vir a ter e permite que se prepare para orientá-los durante este processo.

Outra observação do professor foi com relação ao tempo, pois a montagem do interferômetro pelos alunos demanda muito tempo, o que pode fazer com que alguns deles não tenham a oportunidade de manipulá-lo na busca da figura de

interferência, para nós isto caracteriza a subcategoria ***Planejamento de tempo para a realização da atividade (I. 3)***. Talvez, a partir desta informação, fosse importante pensar no aumento do número de aulas necessárias para a manipulação do interferômetro de Mach-Zehnder, ou caso isto não seja possível, que o professor realize uma demonstração investigativa (CARVALHO, 2010) a fim de que o tempo planejado seja de fato respeitado.

Ainda no turno 28, caracterizamos como ***Sugestões ou observações sobre as interações entre professor, alunos e material. (I. 2)*** o momento em que Júlio cita a situação de sala de aula na qual os alunos interagem entre si para resolver o problema da montagem do interferômetro de Mach-Zehnder. Pensamos que esta fala nos retrata bem o fato da interação entre pares com o objetivo de solucionar um problema comum.

A partir do turno 29, Rafael fala da importância de o aluno colocar a “mão na massa” e poder visualizar o aparato, ampliando a percepção a respeito do material, não ficando apenas com a imagem feita na lousa pelo professor.

No turno 35, o professor Júlio faz o que caracterizamos como ***Sugestões ou observações sobre as ações procedimentais (I. 2)***, pois utiliza o resultado da interferência vista na simulação computacional para chamar a atenção dos alunos para o resultado esperado quando estes forem realizar a montagem do interferômetro real de Mach-Zehnder. Além disto, nos turnos posteriores, os dois professores tecem alguns comentários sobre a principal diferença entre o interferômetro simulado e o real, o engajamento dos alunos, vemos nestas falas a subcategoria ***Reflexão e avaliação sobre os resultados da aplicação da atividade investigativa (I. 5)***. É notório que os alunos ficam mais predispostos a participar quando são apresentados ao interferômetro real, acreditamos que isto se dê pelo fato de que os estudantes tenham maior grau de liberdade em relação à simulação computacional, além disto, a motivação de conseguir resolver o problema antes dos colegas também acaba estimulando uma participação mais ativa dos grupos.

Na sequência, o professor Rafael traz uma discussão do tópico, levantado por Júlio no início da reunião, a respeito dos pré-requisitos para que os alunos possam acompanhar cada uma das atividades.

Turno	Transcrição	Categorias de Análise
40	Rafael - <i>Agora eu queria falar uma coisa que o Júlio falou do conteúdo... Eu acho que o conteúdo é muito relativo, eu não gosto de arriscar muito e dizer: Ah, a gente não pode falar isso porque o cara não entende o conteúdo. Eu lembro que uma vez apliquei esse curso no ensino médio, numa escola perto de Pirituba e rolou alguma coisa, pro primeiro ano, agora estamos com o terceiro, então, por exemplo, se você fala em onda e leva a mola, leva uma molinha pra falar de partícula, isso ajuda muito, o cara não é totalmente raso, mesmo lá da periferia que tem esses problemas que a gente fala que não tem muito... Ele tem uma noção de onda, pode ser bem informal, mas dá pra ele entender legal, então se você... E acho que tem uma aula aí em que é sugerido isso, que a gente retome e fale dos principais fenômenos de uma onda, e tem até o PowerPoint, eu acho que dá e não arriscaria dizer que é pré-requisito não, fico sempre meio assim pra pré requisito, fico com o pé atrás porque às vezes eu vejo muito as pessoas falarem: Eu não faço isso porque não tenho pré-requisito... E os caras não se arriscam. Eu acho que dá.</i>	<i>Reflexão e avaliação sobre os resultados da aplicação da atividade investigativa (I. 5)/</i> <i>Relatos ou observações a partir da experiência docente (I.6)</i> <i>Reflexão e avaliação sobre os resultados da aplicação da atividade investigativa (I.5) /</i> <i>Atenção aos pré-requisitos dos alunos (I. 1)</i>
41	Júlio - <i>O pré-requisito que eu falei, Rafael, é no sentido de que tem coisa que ele tem que dominar minimamente porque não dá pra você avançar, por exemplo, como é que você vai fazer discussão de relação na frequência energia no efeito fotoelétrico se o cara não tem conhecimento mínimo da equação fundamental da ondulatória, então relacionar comprimento de onda, frequência, velocidade da luz, então é o tipo de coisa que ele precisa de pré-requisito mesmo, não dá pra fazer...</i>	<i>Atenção aos pré-requisitos dos alunos (I. 1)</i>
42	Rafael - <i>Isso pode ser uma ideia quantitativa quando você chacoalha a mola slinky lá, dá pra ele ter uma ideia de energia da onda.</i>	
43	Júlio - <i>Mas aquela parte lá não é qualitativa é quantitativa.</i>	
44	Rafael - <i>Então? Mas dá pra ele ter essa ideia, porque para a finalidade que a gente queria que é mostrar a natureza da luz e discutir as interpretações eu acho que até dá, tanto que não é tão matematizado na última parte lá.</i>	
45	Júlio - <i>Mas eu acho que do jeito que estava ali, raciocinando hoje, aquelas questões finais que tem no texto do efeito fotoelétrico que são de contas, eu concordo com aquela fala do Robillota total, não tem saída, tem hora que você tem que usar a matemática também. A matemática vai te dar uma</i>	

	<p><i>sustentação ali pra consolidar aquelas discussões que vínhamos fazendo meio qualitativas, eu acho que em uma hora tem que aparecer a parte quantitativa, nessa discussão tem que ter um pouco de quantitativo mesmo, até o exemplo que você deu de fazer as simulações com valores, porque parece bobo, mas pra muitos que estão na sala de aula, eu acho que quando você começa a fazer esses exemplos, mesmo com valor inteiro: “Ó, é 4 elétrons-volts que ele precisa” Jogou 3 o que acontece? Parece boba a pergunta, mas não é, tem gente que parece que a ficha só cai pra ele quando você começa a fazer esse tipo de comparação mesmo e é quantitativo mesmo, não tem saída, quando você fala assim, não atingiu a energia, aí você vai pra número, são dois patamares diferentes ali que eu acho que acabam se complementando, um tá na fase das palavras ali: Não atingiu a energia. O outro tá na fase da quantitativa é numérico mesmo, você coloca o número lá e ele percebe que não atingiu e não está acontecendo nada. Eu pelo menos entendo desse jeito, é o que enxerguei, caiu a ficha para alguns...</i></p>	<p><i>Reflexão e avaliação sobre os resultados da aplicação da atividade investigativa (I. 5)</i></p>
46	<p>Rafael - <i>Quando eu li isso olhei assim: Para o qualitativo a atividade é suficiente e aí quando fui olhar o cálculo que era a quantidade, era só pra ver como a energia no fóton, etc.</i></p>	
47	<p>Júlio - <i>Eu entendo que as duas acabam se complementando porque são diferentes linguagens que você tem na sala de aula. Se o cara não consegue, até mesmo fazendo lá as representações na lousa, os desenhos, eu gosto de ir pra lousa, então em todas as aulas em que ia discutir efeito fotoelétrico eu sempre ia pra lousa, desenhava lá primeiro a luz como onda dando a ideia da continuidade, depois a luz como partícula, as unidades dos fótons dizendo que cada fóton tem uma energia bem definida, eu acho que aquilo ali é uma linguagem que você tem, a outra é a parte oral mesmo, tem a outra que é escrita e ainda acho que tem a parte numérica também, outra forma escrita, mas você tá falando em números e eu acho que ajuda a consolidar algumas ideias ali. Pelo menos eu tenho essa impressão de que quando você coloca o aluno de posse de todas essas ferramentas, essas linguagens, em alguma delas ele acaba se encontrando pra consolidar aquela ideia na cabeça dele. Eu acho que ajuda.</i></p>	

No turno 40, o professor Rafael traz à discussão o assunto dos pré-requisitos conceituais necessários aos alunos para a realização das atividades da SEI. Ele argumenta que há a possibilidade de aplicar as atividades sem que haja preocupação excessiva com os pré-requisitos, pois tenta contorná-los com algumas atividades ou demonstrações, a fim de que os alunos tenham um contato mais formal com os conceitos necessários à futura atividade. O professor parece não se

dar conta, mas ao pensar em atividades de apoio, acaba buscando soluções para sanar o problema dos pré-requisitos dos alunos.

Júlio contra-argumenta que eles são, sim, muito importantes, visto que, se os alunos não souberem minimamente alguns conceitos, não terão condições de discutir e ampliar seu conhecimento a partir das atividades da SEI. Nós estamos de acordo com esta visão. Pensamos que trabalhar os pré-requisitos é algo fundamental para que a implementação da SEI ocorra de forma efetiva, buscando sempre diminuir os eventuais problemas, devido a falta destes pré-requisitos, que possam comprometer a aplicação das atividades. Com base nesta ideia, dentro da SEI existem alguns momentos de retomada de conceitos que serão efetivamente utilizados no decorrer do tempo, um exemplo disto é a apresentação dos fenômenos ondulatórios realizada após o estudo do efeito fotoelétrico.

No turno 47, destacamos a seguinte fala do professor Júlio: *“eu gosto de ir pra lousa, então em todas as aulas em que ia discutir efeito fotoelétrico eu sempre ia pra lousa, desenhava lá primeiro a luz como onda, dando a ideia da continuidade, depois a luz como partícula, as unidades dos fótons dizendo que cada fóton tem uma energia bem definida”* (sic). Parece-nos que, apesar de estar dentro de um contexto investigativo, no qual os alunos são convidados a construir seu próprio conhecimento, o professor toma a frente da aula com suas explicações no quadro negro. Este pode ser um indício de que a SEI não tenha se configurado como investigativa, nem tenha gerado a argumentação esperada dos alunos, algo que pode ter comprometido a aplicação da metodologia do EI.

Outra discussão trazida por Rafael se refere à atividade da “caixa preta”, que tem como mote a discussão dos modelos utilizados pelos cientistas para explicar a natureza.

Turno	Transcrição	Categorias de Análise
48	Rafael - <i>Outra coisa que eu achei legal e que é fundamental é trabalhar bem a atividade da caixa preta que fica bem claro essa questão de modelo, de modelização, pra eles entenderem isso e no caso eu acho que eles entenderam, a</i>	

	<i>grande maioria entendeu, pelo o que eles escreveram de que os cientistas trabalham elaborando modelos, etc.</i> É legal porque inclusive na aula de sistematização, que já é seis aulas depois, você vai ver que muitos perguntam: Afinal de contas o que tinha naquela caixa?	<i>Reflexão e avaliação sobre os resultados da aplicação da atividade investigativa (I. 5)</i>
49	Júlio - Eles continuam perguntando, você vai dar a última aula eles continuam perguntando: “Professor, o senhor é um safado, cretino, o senhor fica enrolando a gente e não mostrou, toda aula a gente pergunta da caixa e o senhor não abre a caixa pra gente.” <i>É verdade, essas atividades que são mais lúdicas, mais investigativas e que o cara coloca mais a mão na massa mesmo, meu, o cara não esquece, ele pode estar lá na última aula e ainda fica lembrando das coisas que fez anteriormente.</i>	
50	Rafael - Nessa aula, o que eu achei legal é <i>que foram umas meninas demonstrar e falaram assim: Aqui dentro deve ter um quadrado ou triângulo. Na verdade não é quadrado, nem triângulo, talvez tivessem se referindo a um cubo, um paralelepípedo ou um prisma. Por que elas falavam isso? Falavam assim: Quando a gente vira aqui, ele bate aqui e tem um som e dá pra ver que é uma coisa que encaixa, se é uma coisa que encaixa então ele tem que ter os três lados aqui, tem que ter um vértice porque pelo som que ele bate é um som de encaixe. É legal ver que estão usando conceitos: Se, então, por quê. Se for um quadrado, ele vai bater aqui. Como o som – aí entra bem naquele do Toulmin – como o som é um som de encaixe, portanto, posso concluir que deve ser um triângulo...</i> Só que elas usam o nome triângulo ou quadrado, mas subentende-se que era uma figura de três dimensões. Isso é bacana. Isso é fruto da atividade.	<i>Atenção à construção do conhecimento pelo aluno (I.4)</i>
51	Paulo - Mas eu mostro pra eles no final do ano a caixa, vazia.	
52	Júlio - Eu mostrei, mas não foi a caixa deles.	
53	Paulo - Mostra a deles. Mostra uma caixa só que sem nada dentro. E o mecanismo? É aquele que a gente discutiu na aula.	
54	Júlio - Eles falaram assim: Professor, essa caixa aí, do senhor, não vale.	
55	Rafael - <i>Aproveitando o mote pra isso aí, pra essa discussão, a gente falou: Os astrônomos não vão às estrelas, não vão ao Sol, no entanto eles conhecem o que tem lá, afirmam que lá tem Hidrogênio, como eles sabem? Trabalhando da mesma maneira que você trabalhou aí na questão da caixa. É isso que vocês devem perceber, então o que tem ali na caixa é aquilo que você construiu lá.</i>	<i>Reflexão e avaliação sobre os resultados da</i>
56	Paulo - <i>Portanto se tiver válida a sua construção é isso mesmo que tem, então mostra...</i>	
57	Rafael - <i>Isso que é a ciência.</i>	

58	<p>Júlio - <i>E aparece isso naquele último questionário que a gente tem aquela perguntinha lá, né? Por que você acha que têm tantas interpretações? Eu acho muito bacana porque tem muita gente que acaba até remetendo: Ah, porque pra efeito fotoelétrico a gente pensava desse jeito e a gente via que não era totalmente coerente tal modelo, então a gente teve que usar outro modelo. Ah, o cientista faz isso o tempo inteiro, então ele fica buscando qual é a teoria ou qual é o modelo mais adequado pra determinada situação. Eu percebi que eles colocaram assim: Por que existem tantas interpretações? Muita gente colocou isso: Porque o cientista está procurando sempre alguma que seja mais adequada pra aquele problema que ele tá tentando resolver. Têm várias respostas que estão indo meio que nessa direção. Outros colocaram de maneira mais curta: Porque não tem só uma maneira de você explicar a natureza, então visões diferentes, maneiras diferentes de você explicar a natureza. O cara começa a enxergar essas muitas maneiras que você tem de olhar a natureza, dependendo do olhar...</i></p>	<p><i>aplicação da atividade investigativa (I. 5)</i></p>
59	<p>Paulo - Não tem uma verdade.</p>	
60	<p>Júlio - Não tem uma verdade. <i>É o que eu percebi quanto a esse último questionário, o que deu um pouco mais de trabalho pra eles, primeiro foi a tabela, porque essa tabela é demorada pra fazerem, até eles entenderem direitinho, na verdade eles queriam que eu dissesse o que eu queria que aparecesse em cada linha, eles é que tinham que interpretar e no julgamento deles perceber o que se encaixaria melhor ali. E o que dá pau maior é a última pergunta, porque é a pergunta...</i></p>	<p><i>Sugestões ou observações sobre as atividades (I. 5)</i></p>
61	<p>Paulo - Foi a que deu entre a gente mesmo, né? Mesmo a gente teve várias interpretações para o que estava querendo buscar.</p>	
62	<p>Júlio - <i>Eu, hoje, no julgamento dessa questão, consegui enxergar ali, com muito custo, de uma maneira que eu consigo tentar relacionar com as interpretações, agora o que muitos alunos me falam é: Professor, eu não tenho palavras, me faltam palavras pra poder relacionar isso com isso daqui. Teve muita gente que falou: Professor eu não consegui enxergar isso dentro disso. Aí eu falei: Olha com mais atenção. Aí ele perguntava uma, duas... Meu, quantas e quantas vezes eu fui lá? Na verdade o que ele queria é que em algum momento eu desse a resposta pra ele e aí ele acaba se desanimando e não pergunta mais, porque eu não dou a resposta.</i></p>	

O episódio se inicia com uma reflexão a respeito da atividade sobre modelos, também conhecida como 'atividade da caixa preta'. O professor Rafael, relata a importância de tal atividade para que os alunos entendam como os cientistas

constroem modelos de explicação para os fenômenos naturais. Tal atividade está intrinsecamente ligada à epistemologia da ciência, pois pode ser relacionada aos processos pelos quais os cientistas buscam formas de interpretar o mundo (GIL-PÉREZ e CASTRO, 1996).

Um trecho importante, encontrado no turno 49, é a fala do professor Júlio, ao complementar a fala de Rafael sobre a atividade da caixa preta: *“É verdade, essas atividades que são mais lúdicas, mais investigativas e que o cara coloca mais a mão na massa mesmo, meu, o cara não esquece, ele pode estar lá na última aula e ainda fica lembrando das coisas que fez anteriormente”* (sic), o professor faz a relação entre “lúdico” e “investigativo”, argumentando que o fato de o aluno colocar a ‘mão na massa’ faz com que ele aprenda o conteúdo. De fato, como afirma Carvalho (1998), a manipulação é muito importante para o aprendizado, pois nesta etapa o aluno procura meios de ‘como’ resolver o problema posto, porém é necessário um passo posterior, no qual o estudante toma consciência sobre o ‘porquê’ de ele ter resolvido o problema daquela maneira e não de outra. Nesta etapa, ao argumentar sobre suas escolhas, o aluno, de fato, constrói conhecimento.

No turno 50, o professor Rafael traz um relato no qual seus alunos buscam explicar o mecanismo de funcionamento inserido dentro da caixa preta. Classificamos tal fala como **Atenção à construção do conhecimento pelo aluno (I.4)**, pois mostra claramente os estudantes tendo que organizar seus pensamentos para propor um modelo que explique o funcionamento do dispositivo, para isto eles tiveram que discutir em pequeno grupo até chegar a um consenso, e só então foi possível formalizar uma explicação plausível. A fala do professor nos parece apresentar uma etapa completa necessária à construção do conhecimento segundo Carvalho (2011), os alunos manipulam, discutem em pequeno grupo, chegam a um acordo e propõem uma explicação. Eles superam a etapa da manipulação para tomar consciência de suas escolhas e, então, propor explicações.

Nos turnos seguintes os professores acabam relatando as relações que foram possíveis entre as atividades, mostrando a coerência da SEI. Primeiramente há o estudo sobre a construção de modelos, após isto há a discussão sobre diferentes modelos para a explicação dos fenômenos relacionados à dualidade da luz, e então há a tomada de consciência sobre a possibilidade de diversas interpretações para

um mesmo fenômeno. Parece-nos plausível afirmar que neste aspecto a SEI aplicada dá conta de discutir conceitos científicos, desenvolver habilidades relacionadas às ciências, como elaboração e teste de hipóteses, bem como traz elementos relacionados à epistemologia das ciências.

Dos turnos 60 ao 62, Júlio faz algumas observações sobre a última atividade da SEI (***Sugestões ou observações sobre as atividades (I. 5)***), um questionário que buscava saber dos alunos o que eles entenderam das interpretações quânticas estudadas ao longo da sequência de ensino. A primeira observação foi em relação ao longo tempo necessário para que os alunos conseguissem responder todo o questionário, isto nos sugere que alguma alteração em relação a isto seja necessária, talvez o aumento de uma aula para a resolução da atividade e discussão posterior com os alunos, a partir das respostas dadas por eles. A segunda observação feita foi com relação à interpretação da última pergunta do questionário. Esta pergunta já havia sido discutida durante uma das reuniões de planejamento e os professores também tiveram dificuldades em saber qual era o objetivo de tal questão. A princípio optou-se em não fazer nenhuma alteração na atividade, mas, com este relato dado pelo professor aplicador, talvez seja interessante estudar alguma modificação para sanar o problema em uma futura aplicação da SEI.

Neste próximo episódio os professores fazer uma avaliação mais geral sobre a aplicação de toda a SEI e suas impressões ao trabalhar com uma metodologia diferente.

Turno	Transcrição	Categorias de Análise
65	Rafael - <i>Vou dizer uma coisa pra você sem demagogia, o que eu gostei de participar do trabalho porque ele me deixou algumas indicações que são o seguinte: É possível fazer uma aula legal na escola, é possível melhorar o entendimento deles sobre ciências, alfabetizar ao trabalhar com textos, escrever. Evidente que tem que resolver alguns problemas como a gente falou, o calendário, o problema de a escola estar aparelhada, isso são condições que a gente tem mesmo que minimamente garantir, mas é legal que o trabalho mostra que isso é factível, é possível, você tendo minimamente as condições você faz.</i>	<i>Reflexão e avaliação sobre os resultados da aplicação da atividade investigativa (I.5)/ Planejamento de tempo para a realização da atividade (I. 3)/ Atenção aos recursos didáticos: disponibilidade, manipulação e características. (I. 3)/</i>
66	Júlio - <i>Mesmo que você não tenha condições se vira...</i>	<i>Reflexão e avaliação sobre os resultados da</i>

		<i>aplicação da atividade investigativa (I. 5)/</i>
67	Paulo - <i>O mais difícil é o interferômetro.</i>	<i>Atenção aos recursos didáticos: disponibilidade, manipulação e características. (I. 3)</i>
68	Rafael - <i>Tem o exemplo de uns caras numa classe aí que todo mundo reclama dos caras e não sei o quê... Eu também não me sinto à vontade quando falo essas coisas porque como se tivesse: Ah, to fazendo uma sequência que resolveu o problema. Não resolveu, mas esses caras, se você vê eles trabalhando, tanto com o interferômetro, quanto na discussão das interpretações... Quando eu mostrei o filme: Olha os caras! É? São os caras que trabalham na escola, os caras que vêm aí e arrebatam com a escola, são eles que estão trabalhando...</i>	<i>Relatos ou observações a partir da experiência docente (I.6)</i>
69	Paulo - <i>É esse aspecto: Não vai solucionar, mas quando você mostra e dá uma atividade vai trazê-los, pelo menos, pra participação, vai motivá-los a estudar.</i>	
70	Júlio - <i>Eu acho que vai além disso. Sabe por que eu acho que talvez a coisa role bem? É porque de alguma maneira a gente consegue fazer com que os alunos enxerguem que aquilo ali tem algo sério por trás. Eu vejo um monte de gente falar assim: Eu tento entrar na sala de aula, mas a coisa não acontece. Várias vezes nós dávamos cursos aqui para os professores e diziam: “Mas como é que vou fazer isso em sala de aula se eu não consigo dar Processos de eletrização. Nem o canudinho eu consigo discutir com eles, como vou conseguir discutir interferômetro na sala de aula? Fazer o cara ter atenção? Parar pra ouvir?” Esse que é o grande problema, aliás, às vezes eles não te deixam nem falar. Aqui a nossa briga era ao contrário porque, às vezes, você queria que eles falassem e eles não estavam falando, né? O que eu percebi é que de algum jeito e com certo traquejo – e acho que vai muito, além disso – a gente conseguiu vender pros alunos que a gente tinha um trabalho sério, de você despender de um monte de trabalho e tempo pra que a coisa funcionasse, levar atividade pra eles, tirar eles só da sala de aula e irem para outros ambientes também de aprendizagem, fazer com que eles falassem e participassem, se envolvessem mais, então de alguma maneira o que eu percebi com as aulas é que a gente conseguia promover isso. Primeiro mostrar que o trabalho era sério e que tinha começo, meio e fim, que a participação deles era essencial. Eu poderia ditar o ritmo, mas sem a participação deles a coisa não ia rolar e aí ia continuar uma aula como qualquer outra. Eu acho que em alguns momentos não tem saída e a aula foi expositiva mesmo porque precisava fazer essa parte, mas se a gente olhar a sequência das aulas têm muitos e muitos momentos que não tem nada a ver com o esquema de uma</i>	<i>Relatos ou observações a partir da experiência docente (I.6)</i> <i>Reflexão e avaliação sobre os resultados da aplicação da atividade investigativa (I. 5)/</i> <i>Sugestões ou observações sobre as atividades (I. 5)</i>

	<p><i>aula tradicional. Têm discussões boas que apareceram, tem o aluno trabalhando, discutindo, o aluno triste porque não deu certo e aí ele não desistiu, foi o que eu tinha dito que ele teria tudo pra desistir, mas não desiste e vai até o final. Vejo que tem um monte de aspectos bons, algumas coisas precisam ser corrigidas em termos de tempo ou até, sei lá, texto, a gente acrescentar alguma coisa, né? Outros exemplos pra facilitar a simulação. A sequência dessa maneira como foi trabalhada – e eu nunca tinha trabalhado eu achei interessante – achei uma proposta boa, agora que o professor precisa se preparar antes, ter uma predisposição e perceber que vai doar muito do tempo dele em ir se preparando, vai ter que enfrentar todas aquelas condições de contorno da sala de aula, vai chegar e não vai ter sala de vídeo preparada, não vai ter monitor na sala de informática, vai ter que subir e armar data show na sala pra depois desarmar tudo.</i></p>	
--	--	--

A fala se inicia com o professor Rafael colocando sua posição a respeito da participação no projeto. Após toda aplicação das atividades, a conclusão que ele chega é que é possível melhorar o entendimento dos estudantes em relação às ciências utilizando a sequência de ensino proposta, embora Rafael não especifique quais aspectos relacionados às ciências os estudantes melhoram seu entendimento. Ainda assim há a necessidade de se fazer algumas correções dos problemas já citados, como o cronograma (**Planejamento de tempo para a realização da atividade (I. 3)**) de aplicação, além de garantir acesso aos materiais necessários para a realização de cada atividade, como computadores, projetor, interferômetros, etc. (**Atenção aos recursos didáticos: disponibilidade, manipulação e características. (I. 3)**). Rafael também relata a mudança de postura de alguns alunos durante a aplicação da SEI, segundo ele o engajamento foi muito maior do que em uma aula tradicional (**Relatos ou observações a partir da experiência docente (I.6)**).

Além dos aspectos relacionados ao material e ao cronograma (I.3), Júlio aborda uma outra questão para justificar sua impressão de que o trabalho tenha dado certo: o fato de os alunos estarem realmente engajados, de perceberem que todas as atividades da SEI demandavam bastante trabalho, não só deles, mas do professor que, além de lecionar, tinha que se mobilizar para planejar e organizar tudo antes de cada aula. Outro ponto levantado por Júlio foi o fato de o professor, para trabalhar com esta sequência de ensino, buscando seguir a metodologia do EI,

deve estar bem preparado, tanto em relação aos conteúdos, que, neste caso, não são triviais e tradicionalmente trabalhados em sala de aula, quanto em relação à metodologia, que difere muito da metodologia chamada ‘tradicional’, na qual o ensino é baseado na transferência de informações do professor para o aluno.

No último episódio desta reunião os professores fazem uma reflexão a respeito da carreira docente.

Turno	Transcrição	Categorias de Análise
96	Júlio - <i>A única coisa que eu percebo assim e que eu acho que é uma coisa valiosa e infelizmente não tem na escola, eu tenho dito isso bastante aqui e em todos os lugares que tenho contato, apresentação de trabalhos e até mesmo para os cursos que temos dado aqui: Infelizmente o professor no colégio onde trabalha é um ser isolado. Esse momento rico que a gente tem aqui de discutir, trocar ideias... Ah, Rafael, o interferômetro aconteceu isso, aquilo. A gente falava até pelo telefone, né? O professor na escola não tem com quem conversar esse tipo de coisa, então qualquer problema que tiver quanto a minha prática o único lugar que encontro pra discutir é aqui e eu acho que é por isso que talvez, desde que eu tenha me formado, nunca tenha saído daqui da universidade, porque é o único lugar onde você encontra outros professores de Física que tenham preocupações semelhantes.</i>	Relatos ou observações a partir da experiência docente (I.6)
97	Paulo - <i>Normalmente o professor de Física é único no seu horário.</i>	
98	Júlio - <i>No meu horário sou o único professor de Física mesmo que trabalha nos terceiros anos, mas não tem outra pessoa que eu possa conversar que tenha o mesmo problema que eu estou passando, então o único lugar que a gente encontra é aqui mesmo, aqui a gente tenta expor nossas angústias e dificuldades e tenta acabar se ajudando, né? O Rafael me ajudou bastante, o João, conversando, as nossas reuniões aqui ajudaram a elucidar um monte de coisas, mas acontecem aqui, porque no colégio, cara, infelizmente, é uma coisa que me entristece...</i>	
99	Rafael - <i>... quase três anos com essa mesma turma, muda muito pouco, tem um ou outro OFA... E aí que a gente conseguiu, espero que continue no ano que vem, mas nesse segundo semestre agora a gente conseguiu um horário – essa é uma barreira que era muito difícil – cada professor se prontifica, não é obrigado, mas pode escolher e ele escolhe um tema dentro da área dele e apresenta pra turma no horário estabelecido, como a gente faz aqui nos grupos da faculdade, a mesma coisa a gente fez lá, então, por exemplo,</i>	

	<p><i>o professor de matemática é um cara que tá fazendo mestrado na PUC, um cara jovem, bastante ativo, o mestrado dele é na área de SuperLogo, são histórias super legais de aprendizagem, o aluno tem que dar comandos pra fazer as figuras, não é que ele clica lá e sai o quadrado, ele tem que dar o comando pra qual tamanho, quantos graus tem que virar, é bem legal esse programa, porque o aluno tem que entender o processo, então ele deu um treinamento pra gente e foi muito produtivo, eu falei sobre um texto que a gente até discutiu no nosso curso que é aquele “Mudança Conceitual” do Mortimer, uma professora que dá aula de ciências que fala sobre a ferrugem, e alguma professora de matemática falou sobre a construção de figuras geométricas...</i></p>	
--	--	--

Neste último episódio, Júlio destaca uma das características que foi importante para ele durante a aplicação da SEI (**Relatos ou observações a partir da experiência docente (I.6)**), o fato de o professor poder trocar ideias com outros professores sobre o que ocorreu em aula, os problemas enfrentados e poder ouvir experiências diferentes da dele. Isto, para Júlio, foi um diferencial e colaborou para a melhor execução do trabalho.

4.3.1. Uma breve síntese da reunião 8 (04/12/2012)

Como era esperado nesta última reunião, a categoria **“Ideias para o replanejamento e avaliação das atividades aplicadas (I.5)”** foi uma das que mais apareceu, pois neste momento os professores estavam analisando os resultados da aplicação da SEI para seus alunos. Ela surgiu nos momentos nos quais os professores analisavam tanto sua prática, como as próprias atividades e geralmente vinha acompanhada de sugestões para a mudança, visando sempre um melhor resultado em uma aplicação futura.

As primeiras categorias, relacionadas ao planejamento didático e metodológico, **“Ideias sobre o planejamento didático (I.1)”**, **“Ideias sobre o planejamento metodológico (I.2)”** e **“Ideias Organizacionais (I.3)”**, também surgiram durante as discussões sobre o tempo necessário para a aplicação de cada atividade, sobre as adequações no calendário de aplicação sugeridas pelos

professores, sobre os pré-requisitos necessários aos alunos para poderem participar efetivamente de cada etapa da SEI, bem como observações sobre as interações ocorrentes em sala de aula, algo que na visão dos professores diferenciou a metodologia utilizada na SEI da metodologia usualmente utilizada por eles em sala de aula.

Uma das categorias que quase não apareceu durante as reuniões foi a “**Atenção à construção do conhecimento pelo aluno (I.4)**”, tal categoria buscava identificar nas falas dos professores, relatos relacionados à construção de conhecimento por seus alunos. Apesar de termos consciência de que tal categoria era de observação indireta, pois não analisamos os vídeos gravados durante as aulas, esperávamos que ela aparecesse mais vezes durante as discussões. Uma hipótese para que isto tenha ocorrido pode ser a de que os professores centraram sua atenção em aspectos das atividades relacionados ao conteúdo, a discussão sobre os materiais (manipulação e uso em sala de aula) e a avaliação de seu papel como professor, já que se tratava de uma inovação metodológica, deixando de lado exemplos sobre a interação com os alunos que possam ter contribuído para a construção de conhecimento.

A categoria “**Relatos ou observações a partir da experiência docente (I.6)**” apareceu bastante durante esta última reunião, isto era esperado, pois trata da experiência docente e por mais que a metodologia seja nova aos professores, sua experiência em sala de aula acaba agregando valor durante as reuniões e aplicação da SEI.

5. Considerações Finais

O objetivo deste trabalho de pesquisa era o de responder, inicialmente, a duas perguntas: *“Quais pressupostos teórico-metodológicos devem dar suporte à elaboração de uma Sequência de Ensino Investigativa que tenha como objetivo fazer com que os estudantes avancem rumo à Alfabetização Científica?”* e *“Quais ideias, balizadoras de suas ações em sala de aula, os professores empregam ao planejar e avaliar a aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa?”*.

5.1. A Primeira Questão de Pesquisa

A base para a resposta da nossa primeira questão de pesquisa foi construída no segundo capítulo desta dissertação e trazemos agora uma síntese sobre o que foi discutido.

Naquele capítulo, após realizarmos uma investigação sobre os estudos que suportam o EI, pudemos apontar algumas características fundamentais desta metodologia e construir uma base mais sólida para a elaboração das SEI.

Quando temos como objetivo fazer com que o estudante participe efetivamente do processo de alfabetização científica (SASSERON, 2008), devemos ter um tipo de ensino que desenvolva nos alunos habilidades, competências e conteúdo conceitual referente às ciências. Acreditamos que tais atributos são mais bem desenvolvidos através da metodologia do EI, pois ela insere o aluno dentro de um processo de investigação que possui características científicas,

É possível também encontrar uma relação entre as etapas de desenvolvimento de uma SEI, propostas por Carvalho (2013), e os indicadores de AC propostos por Sasseron e Carvalho (2008), conforme discutido no segundo capítulo. Isto reforça nossa ideia de que a metodologia do EI pode colaborar significativamente em inserir os alunos no processo de AC.

5.2. Extrapolando a discussão referente a nossa primeira pergunta de pesquisa

Dentro de todo este processo, o professor tem um papel fundamental. É dele a função de gerenciamento da sala de aula, tanto no que diz respeito ao planejamento, quanto à aplicação e avaliação dos alunos e do resultado da atividade aplicada. Espera-se que o professor tenha uma postura diferente do que é tradicionalmente feito. No EI, se faz necessário que haja oportunidades para o aluno trabalhar em grupo, discutir as ideias com seus colegas, manipular os materiais com calma e, principalmente, poder argumentar, apresentando seu ponto de vista e discutindo as diferentes visões sobre o mesmo tema. Dentro deste contexto, vale ressaltar que os objetivos do EI vão além da apresentação e do trabalho com conteúdo de ciências incluindo o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao fazer científico. Tal característica é que alinha, de fato, os objetivos do EI com os objetivos da AC. Ao professor cabe também a tarefa de organizar a atividade, ou uma sequência de atividades, para que tudo isto possa ocorrer. Além desta preocupação relacionada ao tempo e a metodologia do EI e não muito diferente de qualquer outra metodologia de ensino, o professor deve ter claro o que chamamos de objetivos didáticos, nos quais a sua atenção deve estar voltada aos objetivos de cada atividade, bem como aos pré-requisitos, tanto de conteúdo, quanto cognitivo, essenciais para que os alunos possam construir conhecimento a partir da situação apresentada. Também cabe ao professor a avaliação sobre a construção de conhecimento de seus alunos, esta segundo Carvalho (1998) deve ser mediadora dos processos de ensino e aprendizagem e estar presente em todas as fases do ensino. Ao professor também cabe saber se posicionar criticamente a partir dos resultados da aplicação de uma atividade investigativa. O que pode ter dado errado? O que deu certo? Quais pontos devem ser alterados para uma aplicação futura e um resultado melhor? Enfim, deve estar preparado para avaliar, tanto a atividade em si, como a sua prática docente.

Pensamos que uma SEI possa ser considerada como um encadeamento de atividades que possuam as características apresentadas neste trabalho, mas não só, além disto, tais atividades devem ser aplicadas levando em conta a metodologia inovadora do EI. Assim como Carvalho (2013), entendemos que uma SEI possa ser

composta de vários ciclos, no qual parte-se de um problema, desenvolvendo todas as etapas relativas à resolução deste, passando pelo compartilhamento dos resultados e sistematização do conhecimento, até o aprofundamento e contextualização social, e terminando com a avaliação dos conhecimentos construídos. Assim sendo, dentro de uma única SEI, podem ocorrer vários destes ciclos de investigação.

5.3. A Segunda Questão de Pesquisa

Para responder à nossa segunda questão tivemos que buscar, além dos referenciais bibliográficos, elementos empíricos que nos possibilitaram a elaboração de categorias de análise para que pudéssemos olhar para as reuniões e procurar por evidências que nos permitiriam responder aquela questão.

Após a análise dos dados podemos realizar a discussão de alguns pontos que emergiram durante o trabalho.

5.3.1. Sobre o que os professores falam nas reuniões

Após a análise dos episódios e a classificação de cada turno a partir das categorias elaboradas por nós, lembrando que tais categorias foram pensadas a partir de algumas ideias que encontramos dentro dos pressupostos teóricos do EI e do nosso olhar prévio para os dados coletados, pudemos realizar um pequeno estudo relacionado à distribuição de frequência com que cada uma delas apareceu durante as reuniões. Nossa intenção com isto é de elucidar quais as ideias que os professores empregam durante o planejamento da aplicação das atividades de uma SEI.

Para tal, realizamos a contagem da frequência do aparecimento de cada categoria em cada turno analisado, isto nos possibilitou enxergar nas reuniões, as ideias que mais foram discutidas. A seguir são apresentados os resultados para as

três reuniões, bem como o resultado total, que seria a soma das frequências de surgimento de cada categoria ao final todas as reuniões.

	Reunião 1	Reunião 4	Reunião 8	Todas as reuniões
I.1 - Ideias sobre o planejamento didático	28%	24%	8%	19%
I.2 - Ideias sobre o planejamento metodológico	12%	33%	8%	15%
I.3 - Ideias Organizacionais	57%	4%	18%	30%
I.4 - Atenção à construção do conhecimento pelo aluno	0%	2%	1%	1%
I.5 - Ideias para o replanejamento e avaliação das atividades aplicadas	0%	9%	51%	22%
I.6 - Relatos ou observações a partir da experiência docente	3%	27%	15%	13%

Quadro 14 - Frequência do surgimento das categorias durante as reuniões.

Quando olhamos para a distribuição de frequência percebemos que **(I.1) - Ideias sobre o planejamento didático** aparecem em 19% dos turnos de discussão. Esta nos parece uma quantidade razoável e talvez possa ser explicada pelo fato de que tal categoria seja válida também para metodologias diferentes do EI. Podemos ver também que esta categoria aparece com maior frequência nas reuniões 1 e 4, o que é esperado, visto que nelas os professores planejam a implementação das atividades da SEI. Já na reunião 8, na qual fazem à avaliação da proposta, tal categoria não surge tanto.

Se analisarmos criticamente, as três subcategorias de **(I.1) - Ideias sobre o planejamento didático** podem ser relacionadas a qualquer atividade que se tenha a intenção de aplicar em sala de aula. Assim, o fato dos professores já estarem habituados a pensar em tais elementos ao planejar uma aula, possa ter colaborado para o surgimento de **(I.1) - Ideias sobre o planejamento didático**, ao longo das reuniões.

A frequência com que os professores discutem sobre a metodologia **(I.2- Ideias sobre o planejamento metodológico)** está em torno de 15% de total analisado. Apesar de esta aparecer na reunião 4 com uma frequência mais alta, na reunião 1, na qual foi apresentada aos professores a metodologia do EI e as atividades da SEI, esperava-se que a discussão girasse mais em torno das

características metodológicas deste tipo de ensino. Não foi o que ocorreu. Se levarmos em conta, como foi dito pelos próprios professores durante a última reunião, que tal implementação exige do docente uma mudança de atitude em relação às aulas tradicionais, o fato do formador Paulo não ter priorizado discussões metodológicas com os professores, pode ter influenciado o resultado da aplicação da SEI, atribuindo a ela características associadas ao ensino tradicional, por exemplo, a exposição de conceitos pelo professor. Se tal influência realmente ocorreu, ela é perfeitamente justificada se tomarmos como base o que diz Carvalho e Gil (2011) sobre a impregnação do chamado “ensino tradicional” na prática do professor, para os autores o intenso convívio com as práticas desta metodologia ao longo dos anos de seu desenvolvimento pessoal e profissional, implica em uma profunda formação ambiental, na qual o professor acaba aceitando tais práticas sem analisá-las criticamente. Ainda para Carvalho e Gil (2011), a mudança de paradigma do ensino tradicional para o EI só pode ser obtida a partir do momento em que o professor comece a vivenciar a nova prática.

Ao analisarmos a tabela percebemos que os professores passam aproximadamente um terço do tempo das reuniões discutindo **(I.3) ideias organizacionais**, que estão intrinsecamente ligadas ao material didático e ao tempo necessário para a aplicação das atividades. Chamamos a atenção para isto, pois acreditamos que durante a implementação de uma sequência de ensino com caráter inovador, como foi a deste trabalho, as discussões deveriam se concentrar em aspectos metodológicos do EI, mas não foi o que ocorreu. Na primeira reunião os participantes discutiram prioritariamente questões organizacionais (57%). Talvez isto também esteja relacionado ao fato de o professor ainda estar imerso no paradigma do ensino tradicional e, por mais que procure ser mais ‘investigativo’, no sentido de estar aberto à nova metodologia, traz como referência uma vivência permeada por práticas tradicionais como já descrito anteriormente. O fato desta categoria também aparecer expressivamente na reunião 8 (18%), pode reforçar o fato da excessiva preocupação dos professores com as questões organizacionais.

Outra ideia que quase não apareceu foi a **(I.4) Atenção à construção do conhecimento pelo aluno**, com apenas 1% de frequência. Apesar do resultado inexpressivo, isto já era esperado. No momento de construção das categorias de

análise, esta, especificamente, seria uma medida indireta da construção de conhecimento pelo aluno, isto significa que não olhamos para a sala de aula para verificar em quais momentos os alunos construíam conhecimento, mas extraímos das falas dos professores durante as reuniões situações que eles descreviam sobre seus alunos construindo conhecimento, daí a observação indireta. Além disto, o fato da excessiva preocupação com aspectos organizacionais e práticos da implementação da SEI, pode ter reduzido as oportunidades para discussões relacionadas à construção de conhecimento dos alunos.

Como já era esperado as **(I.5) Ideias para o replanejamento e avaliação das atividades aplicadas**, que tratam da avaliação sobre os resultados da aplicação da SEI e da prática docente, aparecem em maior frequência na última reunião, 51%, pois é neste momento que os professores se reúnem para discutir todo o trabalho de implementação da SEI. Geralmente as colocações feitas pelos professores e que foram enquadradas nesta categoria vinham acompanhadas de sugestões para alterações tanto nas atividades, quanto nos planejamentos de tempo para aplicação.

A última categoria, **(I.6) Relatos ou observações a partir da experiência docente**, que aparece em todas reuniões, buscou elucidar o aspecto crítico (intelectual) da profissão docente. Foi ela que nos permitiu distinguir que o processo de formação de professores para uma atividade inovadora é dialógico, pois os docentes, mesmo quando estão aprendendo algo novo, são capazes de contribuir significativamente com o processo. Através de **(I.6)** ficou bem claro que o que ocorria durante a reunião não era uma formação puramente técnica, na qual o professor estava ali para somente aprender a metodologia, mas sim uma formação extremamente reflexiva, na qual em diversos momentos os docentes traziam elementos importantes para o processo de formação. Podemos perceber isto nas reuniões 4 e 8, nas quais tais relatos aparecem em quantidades significativas, sendo 27% e 15%, respectivamente, a frequência de surgimento da categoria.

5.3.2. Reunião de Formação?

Desde o início do trabalho chamamos a reunião com os professores de “reunião de formação”, pois durante todo o processo de planejamento de pesquisa, gravação dos encontros e escrita deste trabalho, acreditávamos estar realizando este tipo de tarefa. Isto porque o grupo de pesquisa do LaPEF já havia trabalhado a SEI anteriormente, Paulo, que foi um dos professores responsáveis pela confecção e adaptação das atividades, foi também aplicador da sequência de ensino antes desta pesquisa se iniciar, ou seja, tínhamos *know how* para trabalhar com este tipo de formação. Porém, após a análise dos dados deste trabalho, parece-nos que a prática docente destes professores pouco mudou. A análise dos dados parece sugerir que apesar da boa vontade e aceitação dos professores em participar da implementação de uma sequência de ensino utilizando uma metodologia inovadora, como no caso desta SEI, as ideias discutidas nas reuniões e que podem ser vinculadas ao ensino tradicional, como já tratado anteriormente, apareceram em demasia. Isto nos mostra que a formação dada aos docentes apresentou falhas em alguns momentos, como por exemplo, em não insistir mais em discussões metodológicas e isto, de fato, pode ter interferido na aplicação das atividades. Isto nos remete a ideia sobre a necessidade de repensar o formato da reunião com os professores para que ela realmente se torne uma reunião de formação.

Nossa proposta é que nas futuras reuniões, além das discussões metodológicas e sobre as atividades, seja apresentado aos professores os resultados mais relevantes já obtidos pelo grupo de pesquisa do LaPEF e outros grupos ao longo do tempo. Muitas das pesquisas realizadas trazem resultados interessantes que seriam muito úteis, se implementados em sala de aula. A ideia é que se organize a formação dos professores e se utilize destes trabalhos para que a mudança de paradigma, do ensino tradicional para o EI, de fato ocorra com os docentes.

6. Bibliografia

ABD-EL-KHALICK, F. et al. Inquiry in Science Education: International Perspectives. **Science Education**, v. 88, n. 3, p. 397 - 419, Maio 2004.

ALEIXANDRE, M. P. J. E.; BUSTAMANTE, J. D. D. Discurso de Aula y Argumentación en la Clase de Ciencias: Cuestiones Teóricas y Metodológicas. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 21, p. 359 - 370, 2003.

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por Investigação: Problematizando as Atividades em Sala de Aula. In: CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa a Prática**. 1ª Edição. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2004. Cap. 2, p. 165.

BACHELARD, G. **A Epistemologia**. 13ª. ed. Lisboa: Edições 70, 1971.

BACHELARD, G. **A Formação do Espírito Científico**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARRELO JUNIOR, N. **Argumentação no Discurso Oral e Escrito de Alunos do Ensino Médio em uma Sequência Didática de Física Moderna**. Faculdade de Educação - Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 176. 2010.

BRASIL, M. E. MEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN**, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2011.

BROCKINGTON, G. **A Realidade Escondida: a Dualidade Onda-Partícula para Estudantes do Ensino Médio**. Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 268. 2005.

BYBEE, R. W. Scientific Inquiry and Science Teaching. In: FLICK, L. B.; LEDERMAN, N. G. **Scientific Inquiry and Nature of Science**. Dordrecht: Springer, v. 25, 2006. Cap. 1, p. 1-14.

BYBEE, R. W. et al. **The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness**. National Institute of Health. Colorado, p. 65. 2006.

CAPECCHI, M. C. V. D. M.; CARVALHO, A. M. P. Atividade de laboratório como instrumento para a abordagem de aspectos da cultura científica em sala de aula. **Pro-Posições**, v. 17, n. 1 (49), p. 137-153, jan/abr 2006.

CARVALHO, A. M. P. Critérios Estruturantes para o Ensino das Ciências. In: CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. 1ª Edição. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2003. Cap. 1, p. 165.

CARVALHO, A. M. P. Habilidades de Professores para Promover a Enculturação Científica. **Contexto e Educação**, p. 25-49, Jan/Jun 2007.

CARVALHO, A. M. P. As Práticas Experimentais no Ensino de Física. In: CARVALHO, A. M. P., et al. **Ensino de Física**. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010. p. 53-77.

CARVALHO, A. M. P. Ensino e aprendizagem de Ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas. In: LONGHINI, M. D. **O Uno e o Diverso na Educação**. 1ª. ed. Uberlândia: EDUFU, v. 1, 2011. p. 253-266.

CARVALHO, A. M. P. Uma Metodologia de Pesquisa para Estudar os Processos de Ensino e Aprendizagem em Sala de Aula. In: SANTOS, F. M. T. D.; GRECA, I. M. **A Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas Metodologias**. 2ª. ed. Ijuí: Unijuí, 2011. Cap. 1, p. 13-47.

CARVALHO, A. M. P. O ENSINO DE CIÊNCIAS E A PROPOSIÇÃO DE SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVAS. In: CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por Investigação - Condições Para Implementação Em Sala de Aula**. 1ª. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013. Cap. 1, p. 1-20.

CARVALHO, A. M. P. et al. **Ciências no Ensino Fundamental: O Conhecimento Físico**. 1. ed. São Paulo: Scipione, 1998.

DORAN, R. et al. **Science Educator's Guide to Laboratory Assessment**. 1ª. ed. Arlington: NATIONAL SCIENCE TEACHERS ASSOCIATION PRESS, 2002.

DRIVER, R. et al. Constructing Scientific Knowledge in the Classroom. **Educational Researcher**, v. 23, p. 5-12, Outubro 1994.

FERNANDES, M. M.; SILVA, M. H. S. **O Trabalho Experimental de Investigação: Das Expectativas dos Alunos às Potencialidades no Desenvolvimento de Competências**. II Encontro Iberoamericano sobre Investigação Básica em Educação em Ciências. Burgos: [s.n.]. 2004. p. 45-58.

FREIRE, P. **A importância do ato de ler - em três artigos que se completam**. São Paulo: Cortez, 2005.

GEHLEN, S. T.; DELIZOICOV, D. A dimensão epistemológica da noção de problema na obra de Vygotsky: Implicações no Ensino de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 59-79, 2012.

GIL-PÉREZ, D.; CASTRO, P. V. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 14 (2), p. 155-163, 1996.

HONORATO, M. A.; MION, R. A. **A Importância da Problemática na Construção e na Aquisição do Conhecimento Científico pelo Sujeito**. VII ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência. Florianópolis: ABRAPEC. 2009. p. 12.

JIMENEZ-ALEIXANDRE, M. P.; RODRIGUEZ, A. B.; DUSCHL, R. A. "Doing the Lesson" or "Doing Science": Argument in High School Genetics. **Science Education**, v. 84, n. 6, p. 757-792, Nov. 2000.

LEDERMAN, N. G. SYNTAX OF NATURE OF SCIENCE WITHIN INQUIRY AND SCIENCE INSTRUCTION. In: LEDERMAN, L. B. F. A. N. G. **Scientific Inquiry and Nature of Science**. [S.l.]: Springer, v. 25, 2006. Cap. 14, p. 301-317.

LOCATELLI, R. J. Uma análise do raciocínio utilizado pelos alunos ao resolverem os problemas propostos nas atividades de conhecimento físico. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo, v. 7, n. 3, 2007.

MAGNUSSON, S. J.; PALINCSAR, A. S. Community, Culture, and Conversation in Inquiry Based Science Instruction. In: B., F. L.; LEDERMAN, N. G. **SCIENTIFIC INQUIRY AND NATURE OF SCIENCE: Implications for Teaching, Learning and Teacher Education**. Dordrecht: Springer, v. 25, 2006. Cap. 7, p. 131-156.

MILLAR, R.; OSBORNE, J. **Beyond 2000: Science education for the future**. 1ª. ed. Londres: King's College London, 1998.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, 2007.

NARDI, R. Memórias da Educação em Ciências no Brasil: A Pesquisa em Ensino de Física. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, p. 63-101, 2005.

NRC, N. R. C. **National Science Education Standards**. Washington DC: National Academies Press, 1996.

OECD. **PISA 2009 Assessment Framework - Key Competencies in Reading, Mathematics and Science**. OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development. [S.l.], p. 292. 2009. (9789264059603).

PERSIA, S. **A Utilização de Atividades Investigativas em uma Proposta de Enculturação Científica: Novos Indicadores para a Análise do Processo**. VII ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência. Florianópolis: ABRAPEC. 2009.

PESSOA JR., O. **Conceitos de Física Quântica**. São Paulo: Livraria da Física, 2003.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O PAPEL DA NATUREZA DA CIÊNCIA NA EDUCAÇÃO PARA A CIDADANIA. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

SASSERON, L. H. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental : Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula**. Tese (Doutorado). São Paulo, p. 265 + anexos. 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: A Proposição e a Procura de Indicadores do Processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 13, p. 333-352, 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de Alfabetização Científica e o padrão de Toulmin. **Ciência e Educação**, v. 17, n. 1, p. 97 - 114, 2011.

SECRETARIA DA EDUCAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Matrizes de referência para a avaliação Saesp**: documento básico. São Paulo: SEE, v. 1, 2009. 174 p.

SOUZA, V. F. M. **A Importância da Pergunta na Promoção da Alfabetização Científica dos Alunos em Aulas Investigativas de Física**. Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 150. 2012.

UNESCO. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciências e a Cultura. **UNESCO**, 2005. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001400/140099porb.pdf>>. Acesso em: 21 Junho 2011.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. 4ª. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

7. Anexos

Transcrição – Reunião 1 - 19/06/2012

TURNO	TRANSCRIÇÃO
1	Paulo - ... a sequência que foi feita por mim e pela Bia, e qual a substituição que a gente fez? A gente tirou aquela (Inaudível) e a gente introduziu a utilização do Mach-Zehnder real e da simulação lá da Universidade de Munique. Porque essa da Universidade de Munique e não Fernanda Ostermann lá do Rio Grande do Sul? Porque a de Munique é uma reprodução exata do próprio Mach Zehnder que a gente tem. Então o aluno pode... ele tem o concreto, a visão do Mach Zehnder e como ele é construído aqui com o propósito (Inaudível). E na simulação ele tem a mesma disposição. Porque os outros que a gente viu, eles são de umas variações, de posição de espelho, essas coisas. Então, para eliminar esta variável a gente está usando esse aí que reproduz de forma idêntica a simulação. Para lembrar um pouquinho qual que é a sequência que a gente pretende. A ideia básica qual é? A gente começa discutindo com os alunos a primeira atividade do curso de dualidade, que é a caixa preta. E aí a gente apresenta pra eles o texto, depois da discussão, a gente faz o desenho e tudo mais...
2	Júlio - Aquele dos modelos. Eu já tinha ele aqui separado já.
3	Paulo - Isso. É o mesmo. Então a nossa primeira atividade é a caixa preta. Porque o que a gente vai fazer? A física clássica entende o mundo de duas maneiras ou é onda ou é partícula e essas coisas são complementares e antagônicas. Não dá pra mesma entidade física essas duas coisas. Então esse é o entendimento. Aí a gente faz a essa discussão, faz a discussão de modelo. A ideia é do próprio textinho que tinha no curso de dualidade, que é uma representação, que não é o real, mas é o acesso que a gente tem, externo. Então essa é a primeira discussão. O pressuposto é que eles já tenham visto aquelas outras partes de propriedade de luz porque tá na grade e normalmente ele já viu porque isso é conteúdo pra aluno de terceiro ano. Então a gente não vai discutir...
4	Júlio - Então, eu já retomei isso com os meus alunos. A gente viu isso, bastante, ano passado. Essa parte da luz como onda eletromagnética, etc....
5	Paulo - O que dá pra fazer...
6	Júlio - Então, como eu já tenho aula com eles a semana que vem, eu queria dar... apesar que eu estou encerrando prova, tudo essa semana, com eles. Eu já vou finalizar. Como semana que vem o quórum ainda vai estar bem alto, porque devolutiva de prova e trabalho, então eu vou aproveitar, como sempre a aula é dobradinha, eu vou aproveitar apenas uma aula só pra dar uma retomada, resgatar um pouco isso aí de novo com eles e deixar isso aí como ponto de partida pra o que a gente vai fazer no semestre que vem.
7	Paulo - Maravilha. Também a gente tem que sistematizar. A gente fez, na parte que a gente teve na adaptação no curso de dualidade, a gente tem de onde estamos até onde viemos que é onde a gente vai. Então a gente tem uma aula que é expositiva, no PowerPoint, em que a gente faz essa retomada, a gente parte da ideia que eles já viram tudo e tá fazendo uma revisão. Então uma aula de revisão, mostrando ponto a ponto. Discutimos a onda-partícula... Discutimos modelo. Depois da discussão de modelo, fenômenos elétricos, fenômenos luminosos. Tem toda essa discussão e aí a gente pergunta pros alunos e no final mostra as propriedades da luz e aí pede pra eles uma redação. Na verdade, um texto dissertativo. Não é fácil falar... Pra você o que é a luz? É onda ou é partícula? Não importa pra gente a escolha que eles fazem, o que importa é como é utilizado o conhecimento em cima disso. O que que eles usam pra subsidiar se é onda ou se é partícula. Aí vai ser a segunda atividade que a gente vai ter deles, registrada. A primeira, da caixa preta e a segunda é a dissertação da natureza da luz.
8	Júlio - O, Paulo, você está pensando... você considera que eles tiveram 8 aulas. Mas você está pensando 8 aulas, no sentido, assim, por exemplo, eu tenho aulas dobradinhas. Esse encontro nosso...
9	Paulo - Não, não são 8 encontros. São 8 aulas de cinquenta minutos.

10	Júlio - <i>Aulas de cinquenta minutos.</i>
11	Paulo - <i>Isso. Quatro encontros no total.</i>
12	Júlio - <i>Então, era isso que eu ia te perguntar. Porque eu tenho aula dobradinha... no papel são 50 minutos, porque a aula começa as 7 e vai até 8:40...</i>
13	Paulo - <i>É, em tese, a gente previu 50 minutos cada aula. A cotação que eu fiz é essa... tá, mas aí a gente faz um pequeno arranjo e vai ter que dimensionar o tempo pra poder fazer, eventualmente, sobrar uma rebarbinha, por exemplo, pro cara te trazer algum registro, alguma coisa assim, pra fazer adaptação. Porque se a gente colocar uma aula a mais, eventualmente, vai sobrar tempo.</i>
14	Rafael - <i>E a revisão, no início, umas duas aulas aí pra fazer uma revisão disso aí, porque é muito heterogêneo, você recebe alunos, mesmo do terceiro ano... cara que nunca viu.</i>
15	Paulo - <i>Mas mesmo o cara que trabalhou com você, ele vai chegar e mostrar o que ele nunca viu. Ele não lembra ou ele vai falar que você não deu...</i>
16	Júlio - <i>Mas, ó, que coisa curiosa, né, cara, os alunos fizeram a provinha da ETEC e tinham três perguntas sobre luz, uma falando sobre a luz, qual era a natureza da luz e lá, pelo contexto, era onda eletromagnética. A outra falava sobre a frequência... e aí caí na característica da onda de novo, e tinha uma outra também que era... (Inaudível)</i>
17	Rafael - <i>A gente tem que ver isso, tem que ficar bem claro pra eles esse contexto de onda e partículas... Estas características.</i>
18	Paulo - <i>Não, então, mas a ideia inicial da discussão da atividade da caixa preta, é você levar essa discussão. Primeiro, você vai discutir modelo e depois você vai apresentar esses dois modelos. Ou é onda ou é partícula. Nisso a gente leva as duas aulas. Uma aula da atividade prática e a outra aula que é da leitura e da sistematização. E aí a gente vai reforçar essas duas características.</i>
19	Júlio - <i>Isso aí já foram, por exemplo, nesse... nessa terça que eu tenho aula com eles, então nesse primeiro encontro já vão ser duas aulas.</i>
20	Paulo - <i>São duas aulas.</i>
21	Júlio - <i>Uma onde a gente vai fazer atividade, a parte prática e a outra onde eu vou fazer essa sistematização com texto.</i>
22	Paulo - <i>Isso. Exatamente.</i>
23	Júlio - <i>Aí eu já faço as duas aulas.</i>
24	Paulo - <i>Duas aulas. É, o cronograminha, eu passei, até tinha deixado um... depois eu mando pra vocês por email, pra gente ver o cronograma das aulas, certinho, já com os... eu já linkei as atividades que a gente usa ali, essas que já são diretas do curso de dualidade, eu faço uma referência pra (Inaudível) e a outras que são, por exemplo, eu tenho tá no apêndice lá da minha dissertação, aí você pega da internet ou eu passo pra vocês. Mas aí as duas primeiras seriam essas. A terceira aula de 45, 50 minutos, essa sistematização das propriedades relacionadas a luz. E aí a gente vai ver quais são os fenômenos luminosos, esta já tem uma apresentação em PowerPoint, é mais aula expositiva mesmo, vai ter algum diálogo com eles... na interação que vocês tiverem você leva esse... ou se eventualmente vocês perceberem que aquilo não foi dado, é o momento só de explicar alguma coisa pra eles. E devem discutir quais são os fenômenos luminosos que estão ali e quais são as propriedades da luz. Reflexão, refração, difração... pra fazer essas discussões.</i>
25	Júlio - <i>Isso aí, tem uma turma, a turma que tá comigo, na manhã, o ano passado a gente viu tudo isso daí, inclusive com parte experimental, cuba de água, só pra fazer uma relação entre as coisas. Na turma da noite... Já não rolou deste jeito, porque eu dava aula de sexta-feira, só, pra eles. E aí ficou mais na parte expositiva mesmo. Eu acho que eu fiz mais demonstração. Mas na turma da manhã, além da demonstração eles fizeram experimento também. Então eu acho que talvez a turma da manhã talvez tenha uma lembrança bem melhor pelo fato de ter manipulado mesmo, espelhos, ter feito experimentos... a turma da noite...</i>
26	Rafael - <i>Pegar uma turma da manhã e mandar a noite pra gravar...</i>
27	Paulo - <i>Se vocês se dispuserem?</i>

28	Júlio - Mas tem que ser de uma turma só.
29	<p>Paulo - Não, a ideia era a gente pegar duas turmas de cada um de vocês três, porque assim, qual que é o meu objeto de estudo agora? Continua sendo a argumentação dos alunos. Como é que o ensino investigativo promove a argumentação dos alunos. A primeira aula, ela é investigativa. A segunda aula ela é expositiva, é dialogada... essa ideia de modelo, de representação, mas nesses dois modelos que estão lá. Então essa aula também se aproveita bastante. A terceira aula, ela é expositiva, o dialogo que vai ter é um dialogo de condução querendo reforçar ou apresentar pra eles. Não é tanto. Então, porque que a gente pretende duas de cada um de vocês, porque se eu pretendo ver como é que os alunos argumentam, entendeu? E aí eu pretendo ver quais são as perguntas que o professor faz ou deixa de fazer pra levar argumentação. Aí eu preciso ter alguns parâmetros pra me ver lá na frente, entendeu? Você falando assim, pode ser uma interação boa sua pra determinada turma e pra outra, por exemplo, a turma já não interage tão bem. Então, de repente, não é porque, por exemplo, aquela aula, eventualmente, não deu certo, que a proposta não tá fluindo, esse tipo de coisa. Então, o que que a gente vai comparar? A gente vai comparar cada professor com duas turmas e as turmas diversas que são de visões diferentes, de contextos diferentes, de professores diferentes. Então a gente vai tentar juntar isso aí tudo pra depois tentar alinhar, entendeu? A ideia central é a gente verificar como é que a aula de física teórica pode se transformar no ensino investigativo e esse ensino investigativo promove argumentação em sala de aula. Então, basicamente é isso que a gente quer ver. E aí, então, voltando, esses são os três primeiros encontros. <i>Aí depois o que a gente vai fazer? A gente vai, de tempo em tempo a gente vai tá pedindo pros alunos reportarem pequenos textos pra ele ainda comentar a sensação que ele tem pra ver se vai mudando. E a ideia é que eles percebam mesmo que a luz é onda, quando a gente tem isso mais ou menos sedimentado, a partir, sei lá, do quarto encontro, mais ou menos, aí a gente apresenta o efeito fotoelétrico pra eles. E aí vamos explicar o efeito fotoelétrico como onda. E a ideia então é que eles discutam. A gente tem então aquela simulaçãozinha ...</i></p>
30	Júlio - A do phet?
31	Paulo - <i>Isso, a do phet, a simulaçãozinha que tem lá. E a gente tem também uma apresentaçãozinha lá pra fazer a discussão que é quase quiz que eles vão respondendo e vai caminhando, eu não sei se você conhece, uma que tem até o Einstein que tá falando.</i>
32	Júlio - <i>Eu sei, é do Maurício. Não é do labvirt.</i>
33	Paulo - <i>É, eu acho que é. Que é o Einstein que vai dialogando, tal e apresenta...</i>
34	Júlio - <i>Eu acho que é o mesmo que a gente estava usando no curso de dualidade, de formação.</i>
35	Paulo - <i>Isso, de formação. É isso mesmo.</i>
36	Júlio - Tem fotoelétrico...
37	Paulo - <i>Que a tela é verde. O Einstein perguntando... só pra lembrar qual foi o trabalho que eu ganhei o prêmio Nobel. Daí ao invés de a gente usar pra sistematizar a gente usa pra... é esse mesmo</i>
38	Júlio - <i>Não, mas esse aqui já está acertado, que tinha um negócio lá que falaram que ia ter que concertar.</i>
39	Paulo - <i>Mas não concertou ainda não.</i>
40	Júlio - Não, né?
41	<p>Paulo - <i>Não. Não, mas dá pra usar. A ideia, por exemplo, é utilizar esse. Por quê? Porque você força o diálogo por ali. Ao invés de você apresentar um questionário pro aluno a respeito do efeito fotoelétrico, você vai através dessa... vai dialogando com ele e ele vai tendo que construir respostas, fazendo anotação, ele vai percebendo. Tem o vídeo mostrando a experiência do efeito fotoelétrico. E aí a gente encerra essa aula com aquele questionário que fala na transposição. Aquelas questões sobre o efeito fotoelétrico. A previsão da teoria ondulatória e o que acontece de fato no experimento. E aí a gente percebe que não dá pra explicar a natureza da luz como onda pra o efeito fotoelétrico. Então no encontro seguinte a gente dá só um pouco depois pra eles. No encontro seguinte que a gente vai manipular um Mach-Zehnder. Então ele vai ficar manipulando Mach-Zehnder, e a gente conseguir novamente a gente vai ter dois interferômetros, um que funciona milimetricamente que é o que eu uso aqui no instituto de</i></p>

	<i>física... tá tudo calibradinho, ele tá numa base de fibra de carbono, que se balançar a mesa não acontece nada. Você consegue obter a figura da interferência muito facilmente, e o outro é do Osvaldo, que oscila a fonte, as vezes você não consegue nem obter a figura. As vezes não consegue nem ajustar o espelho. Se você consegue colocar tudo lá você direciona, você põem uma mesa lá apontando pra parede. Porque aí você mostra pro aluno que tem a questão da transpiração também. Nem sempre o experimento dá certo. Não é só de verificação. Então você chega ali já tá tudo, a gente até apaga lá as marcações que a gente fez. Deixa posicionado, coloca um ou dois espelhos, já aponta pra parede, tá funcionando. Então a gente tira de propósito, troca a posição do espelho, pra fazer o aluno manipular mesmo. E aí nessa aula a gente trabalha com meia turma, porque você tem só dois aparatos para vocês mexerem. Enquanto uma turma tá manipulando o real, metade da turma tá trabalhando virtual. Aí eles veem no simulador.</i>
42	Júlio - Então vamos lá, a primeira pergunta então. Eu imagino que eu tô com a metade da turma lá, eles manipulando. <i>Eles vão manipular, então, por exemplo, o do Mikia é caro pra caramba, a gente tem que estar lá acompanhando... e a outra metade vai tá no virtual, quer dizer, o meu colégio, eu não faço a mínima ideia como tá o laboratório de informática lá. Porque desde que teve a reforma lá, os laboratórios tem uma burocracia imensa lá pra você usar os laboratórios de informática. Então faz um bom tempo que eu não levo o pessoal, eu prefiro mostrar no data show, eu baixo no meu aqui, eu faço conexão...</i>
43	Paulo - <i>Essa é a hipótese que a gente tem. Se for possível os alunos manipularem direto no computador, melhor. Se não for possível, a gente apresenta no PowerPoint, e aí a gente pega um deles mesmo pra fazer a manipulação e o grupo vai sugerindo.</i>
44	Rafael - <i>Esse programa... você tem... dá pra baixar...</i>
45	Paulo - <i>Dá, ele é pequenininho, é facilzinho. Num pendrive, em qualquer máquina.</i>
46	Rafael - <i>O problema é não ter que acessar a internet.</i>
47	Paulo - <i>Não, nem precisa, ele é pequeno, ele tem 500 kb. Tem, a gente instala com o pendrive lá, você coloca, depois que usou elimina. Então, aí voltando a isso que o Júlio estava falando. Então...</i>
48	Rafael - <i>... um de nós ficaríamos com eles no o simulador e uma parte do pessoal no laboratório... como é que ficaria a filmagem?</i>
49	Paulo - <i>... a gente tá com duas câmeras. Essa aula a gente filma... a gente tem um técnico que vai filmar pra gente, todas as aulas. Nessa, especifica, que a gente vai dividir a turma em dois grupos, mas na verdade são duas aulas. Uma aula filma no simulador e filma a B no real. Depois inverte na aula seguinte. Então eu preciso de duas aulas porque é duas pessoas. E essas duas pessoas vão ser provavelmente, fazendo os horários, você e eu, eu vou tá com uma das filmagens. O técnico que a gente tem vai gravar todas as aulas. Nesse momento que precisa de duas pessoas ou estarei eu ou vai estar o Andrey...</i>
50	Júlio - <i>Então, por exemplo, se eu estiver na sala, vamos imaginar que você vai tá com o pessoal no simulador.</i>
51	Paulo - <i>Isso. E depois na outra o contrário.</i>
52	Júlio - <i>Como eu tenho sempre aula dobradinha então vai acontecer que...</i>
53	Paulo - <i>E vai inverter né.</i>
54	Júlio - <i>Vai ter essa vantagem. Porque começa e termina no mesmo dia.</i>
55	Paulo - <i>No mesmo dia. Isso.</i>
56	Júlio - <i>Essa aí já viu a quinta e a sexta aula. E aí a sétima...</i>
57	Paulo - <i>Não, a quarta e a quinta.</i>
58	Júlio - <i>Quarta e quinta.</i>
59	Paulo - <i>Quarta e quinta aula. Aí a sexta aula nossa, deixa eu tentar lembrar aqui direitinho, a gente fez, tal, fez o simulador, entregou... nas duas situações tem questionários, tem algumas coisas que eles vão entregar depois. A sexta aula, ela é uma aula de debate em que os alunos vão ter que se reportar independentemente da escolha deles, a gente vai deixar, a metade da sala vai tentar defender que é a onda e metade vai defender que é a partícula. E eles vão ter</i>

	<i>que usar os argumentos do que eles viram nas aulas anteriores E aí a gente... é como se fosse um jogo simulado... vai pegar 2 ou 3 alunos para arbitrar e o restante da sala tá dividido. E aí eles vão ter que fazer um debate entre eles usando como base o que eles viram nas aulas e o material que a gente mandou escrito pra eles ao longo dessas aulas. E aí eles vão ter que fazer isso e tentar mostrar...</i>
60	Júlio - <i>Parte do material escrito eles já vão levando?</i>
61	<i>Paulo - Vão levar tudo, vocês vão dar as quantidades e a gente já vai levar os impressos... se possível leiam pra próxima aula, muitas vezes, isso não vai acontecer, mas a gente vai tentar estimular, lê uma parte, dá uma passadinha, pra gente poder ter essa ideia. Então a sexta aula é esse debate. Pra argumentar se é onda ou se é partícula. A sétima e oitava aula, elas acontecem junto. Como é que é isso? É a aula de finalização, onde a gente vai apresentar as quatro interpretações da quântica. Tem uma apresentação em PowerPoint, mas é uma apresentação dialogada. Por quê? À medida que a gente vai apresentando isso, a gente vai fazendo a discussão e retomando o que foi sendo tratado, a gente vai mostrar pra eles, a figura da interferência no simulador, a figura da interferência real. Pedir pra que eles comparem essas diferenças. Relembrar o que eles discutiram na aula anterior. Então a gente vai apresentar pra eles essas quatro interpretações. Aí a gente vai mostrar, olha, faz uma repassada, mostra, apresenta a ideia da mecânica quântica, o surgimento dela. E nessa apresentação a gente vai discutindo com eles e mostrando as quatro. E a gente finaliza a oitava com aquele questionário que tem no final. A gente fez uma adaptação daquele questionário tomado do curso de dualidade lá do Max. Eles vão responder aquelas questões pra gente...</i>
62	Júlio -... do Guilherme.
63	<i>Paulo - Ah, é do Guilherme, é verdade... é do Guilherme. Então, a gente adaptou um pouquinho aquele último questionário que tinha no trabalho do Guilherme. A ideia é essa. Dependendo do tempo, se houver necessidade, aí a gente depois desse... pro interesse nosso da avaliação, é essa, a sequência toda é essa. Mas havendo necessidade a gente faz a correção depois, dos questionários e a gente faz uma aula de finalização teórica, mostrando pra eles mais a fundo como é que são essas quatro interpretações. Que não tem uma que é definitiva. Que essa mudança, no entendimento da física, não é A ou B. Que a quântica vai apresentar diversas possibilidades. Então essa aula de finalização, se vocês tiverem espaço e a gente puder fazer, ela é uma aula expositiva mesmo, de sistematização. A sequência toda, basicamente é essa. Aí combina o cronograminha.</i>
64	Júlio - O meu... a minha turma de terça, as duas primeiras, a turma do terceiro A, é uma turma bacana, cheia.
65	Paulo - Você tem uma turma manhã e noite, não era isso?
66	Júlio - É, uma turma manhã e noite, uma é de segunda e terça...
67	Paulo - As duas primeiras é de manhã.
68	<i>Júlio - A de terça são as duas primeiras, das 7 até as 8:40, turma do terceiro A. É uma turma que eu já dou aula pra eles desde o primeiro ano, é uma turma participativa, o pessoal fala, as vezes, até demais, mas você dá atividade o pessoal participa, eles gostam de interagir, então acho que é uma turma bacana. A outra turma vai ser a turma do terceiro B, a noite, só que é de sexta-feira, as duas...</i>
69	Paulo - Pra mim perfeito...
70	Júlio - Se você quiser, a vontade, também é uma turma que geralmente é cheia, são as duas últimas aulas, começa as nove e meia, a aula, e vai até dez pras onze.
71	Paulo - Tranquilo. É depois do intervalo.
72	Rafael - Você vai filmar os alunos, grupos de alunos? Essa é uma outra preocupação também. Vamos pegar um grupo de alunos que não falte muito...
73	<i>Paulo - A ideia é assim, a gente pretende trabalhar com duas câmeras, uma aberta, pegando a classe inteira; fica atrás do professor. E a outra focada num determinado grupo. A escolha desse grupo, aí é ideal que seja um grupo que venha sempre, que tenha pouco fluxo. Mas isso é uma dica que vocês vão ter que dar pra gente, porque não adianta, por exemplo, eu filmar hoje, que nós estamos aqui, na semana seguinte não vem vocês dois e é o outro e tal...</i>

74	Rafael - A gente já deixa os grupos... a gente já pede... já deixa a classe um pouco de lado.
75	Paulo - Mas normalmente, vocês montam como? Eles montam aleatoriamente? Quando...
76	Júlio - Depende, o terceiro ano, eles já têm os grupos deles.
77	Rafael - Eles já tem os grupos.
78	Paulo - ... o grupo que não falta. O interessante pra gente é assim, é ver a argumentação, não é escolher o melhor grupo, o pior grupo... pra gente ver se promove ou não.
79	Júlio - <i>Tem um cara da manhã que ele faz o curso técnico em química, hoje de manhã ele estava me fazendo umas perguntas, certamente no curso de química o professor deveria estar explicando alguma coisa de quântica, alguma coisa assim, porque as perguntas que ele veio já é muito... professor, mas e, afinal... ele estava falando da luz, acho que o professor deu alguma aula pra ele sobre... acho que ele estava fazendo o teste da chama. Que a gente fazia antigamente no curso de dualidade. E aí ele estava questionando porque que apareciam as cores. Aí eu falei: cara, isso aí é o que a gente vai estudar, exatamente, no terceiro bimestre. Mas ele por ser do curso de química, ele já falou: não tem a ver com aquela história do elétron, indo e voltando. Eu falei: isso. E lá... ele falando: quando foi dar essa aula, eu acho que até pra chamar mais atenção, aqui a gente está estudando a luz, a luz deve ter um caráter aqui, de onda. Mas eu só me limitei a comentar com ele isso daí mesmo e falei: a gente vai estudar isso daí depois. E aí eles me perguntaram hoje, se vai ter o projeto mesmo ou não vai. Aí eu falei pra ele que dependendo da reunião hoje, aí, semana que vem ia passar pra eles, quando a gente vai começar, qual vai ser a sequência de aula. E eu queria que você me mandasse, de preferência com urgência, já mandasse a sequência de aulas, todas.</i>
80	Paulo - Eu mando, eu vou fazer assim, eu vou mandar...
81	Júlio - Eu já vou preparar o pessoal, daqui pra semana que vem eu já vou preparar eles: pessoal, em agosto vai acontecer isso. Aí vai começar tal dia...
82	Paulo - Mas antes, tranquilo, eu faço, também a gente encerrando eu coloco intervalos e coloco a pessoa. Então, eu te mando, mando pra vocês. Então, qual que é a ideia? Como tá numa tabelinha no Word, eu mando pra vocês, vocês só me dão as datas, daí pelo menos eu tenho como passar os dados pro técnico pra fazer a gravação. Isso era uma coisa. E a gente combinar então esses encontros... 8 a 9. Aí eu queria sugerir, se for possível, pela prática que a gente teve aqui na escola e nas gravações, uma aula antes a gente começar, ter uma gravação fantasma lá. Porque o aluno fica mandando tchauzinho pra mãe, to aqui na Globo, filma eu, esse tipo de coisa. Então sempre tem um elemento estranho ali que vai interferir. Então pra não atrapalhar na primeira atividade... ou apresentar: olha gente, nós vamos começar, o projeto tal, agora... Se vocês quiserem eu já mando o técnico antes, como se ele tivesse filmando mesmo ou se vocês quiserem, só posiciona lá. Pra poder deixá-los bem livres. Eles podem falar o que quiserem. A gente até grava pra eles se verem no vídeo, esse tipo de coisa, porque quando a gente começar a gravar mesmo, eles já habituarão, aí já não é mais estranho.
83	Júlio - Eu acho bom também, porque antes disso a gente tinha que pegar autorização de imagem.
84	Paulo - Isso, eu também vou mandar pra vocês. Aí eu preciso saber de vocês assim. Vocês querem que eu reproduza a quantidade toda ou eu mando uma e vocês pegam a autorização lá. Eu tenho o modelo que eu usei pra minha dissertação que é o que a gente tem de padrão aqui na escola.
85	Júlio - Eu queria pegar processo impresso.
86	Paulo - Tá. Aí vocês vão me dar as quantidades, a gente coloca, porque assim, são duas autorizações que vocês vão ter que providenciar. Uma de cada aluno e responsável. Se a família falar que não, a gente grava, aí a gente separa, faz aquela marquinha pra não exibir a pessoa, porque não tem como excluir o cara da aula, ele vai estar ali participando. Em geral eles não negam. E a outra da escola. A gente tem que solicitar pra direção da escola, que é pra fins pedagógicos, que a gente está filmando só pra fins de pesquisa de ensino mesmo. Então precisa de uma autorização do diretor da escola ou responsável.
87	Júlio - Só precisa... acho que o mais tardar até segunda-feira que vem. Porque semana que

	vem encerra a aula, é um mês de férias. E aí, diretor, você não encontra mais ninguém lá. Se você mandar, por exemplo, na segunda...
88	Paulo - Não, eu posso por pra vocês, amanhã, já. Eu separo, já, tudo, hoje. Amanhã já encaminho pra vocês. Agora, a quantidade de cópias... a do diretor, né...
89	Júlio - A dos alunos depois.
90	Paulo - A do diretor, eu já mando, tal, eu posso mandar por email porque é um só, porque é ele que vai dar a autorização. A gente entra com pedido, a justificativa, a solicitação. Eu mando pra vocês...
91	Rafael - <i>Vai ser o total de umas dez aulas...</i>
92	Paulo - <i>De oito a dez.</i> Mas essa aula pode ser dada só normal.
93	Júlio - <i>Mas se a gente pensar assim, não vai começar, exatamente, na primeira semana de agosto.</i>
94	Paulo - <i>Não, a ideia, é na segunda. Pra gente gravar tudo no mês de agosto.</i> A primeira é pra você chegar e apresentar o projeto pro aluno...
95	Júlio - ... <i>eu já tenho aula, digamos que a gente... vamos pegar agosto, vai dar as datas direitinho, agosto começa numa quarta-feira, por exemplo, eu só vou dar aula pra eles não terça, dia 7, então, essa semana, por exemplo, eu já não dou aula pra eles. Talvez eu de, aqui na sexta, pra turma da noite.</i>
96	Rafael - (incompreensível)
97	Paulo - Na primeira semana... na quarta, já não vão aparecer na segunda.
98	Júlio - É, dia 6.
99	Paulo - Aí na segunda e na sexta, você já trabalha com eles, olha, o projeto tá de pé, nós vamos começar, lembra que eu falei com vocês no primeiro semestre. E aí na segunda semana de aula a gente faz.
100	Júlio - Então dia 14.
101	Paulo - <i>Então, até o final do mês a gente acaba, porque você tem as suas que são fáceis, são quatro semanas de encontro, dá oito aulas.</i>
102	Júlio - <i>14. Vai dar certinho...</i>
103	Paulo - <i>São quatro semanas.</i>
104	Júlio - Eu tenho, a minha turma é da noite, tem uma turma que tem aula...
105	Paulo - Não é na sexta a noite, não, né?
106	Júlio - Não, a turma lá é de terça-feira.
107	Paulo - Tem que fazer a outra turma.
108	Rafael - Na verdade eu tava pensando em fazer uma turma só, pelo que eu entendi bem.
109	Paulo - Mas se você quiser ceder uma só, tudo bem. Mas nós conversamos desde o início que eram duas. Pra poder ter o olhar de turmas diferentes.
110	Rafael - Pode ser duas, mas a outra turma, vai ser o seguinte, vai acontecer que não tenha as aulas duplas. 2 Vão ter que ir duas vezes lá.
111	Paulo - Não, mas não tem uma turma que já está na B? VVc tem uma aula dupla na sexta. Aí uma outra turma que tenha uma aula na terça e a outra aula... no dia que for. A gente vai duas vezes. Nas aulas, agora, nós vamos três vezes.
112	Júlio - Por que três vezes?
113	Paulo - Porque assim, são duas turmas. Aí tem uma turma, vamos supor, segunda e quarta, a outra turma é quarta e quinta. A você tem três dias vagos aí.
114	Júlio - Coitado de quem vai pra lá!
115	Paulo - É... a gente tá disposto. Já conversamos, tal, tem espaço, é tá acertado.
116	Rafael - A gente precisava também ver onde é a escola.
117	Paulo - É, a gente vai ter que passar os endereços certinho pra ele. O rapaz que vai filmar pra

	gente, ele mora na zona leste.
118	Júlio - Quando não tem trânsito, daqui, de onde a gente tá, da faculdade de educação...
119	Paulo - Dá, dá, ele gravou todas as minhas aulas, gravou fixa, né. Ele chega antes de a aula começar e põem lá, ligado...
120	Júlio - Joga lá no tripé, né...
121	Paulo - Agora, no dia que tiver aquela separação de turma, eu tenho que ir pra lá ou o Andrey vai pra lá, porque depende do dia da semana.
122	Júlio - Ah, Rafael, você me perguntou quanto tempo tinha dado de aula, tamanho, tinha dado 18 dias de gravação, é muita gravação de radiação tá no HD externo. Vai dar um calhamaço cara, de dados.
123	Paulo - As minhas, vai dar um calhamaço. No curso de dualidade que eu gravei aqui pro LAPEF deu 18 DVDs. É dado pra burro.
124	Júlio - Quer ver, tem até um pedacinho aqui da aula, tá aqui oh, é legal isso aqui.
125	Paulo - Ah, esse aí também, é, mas esse aí já tava editado depois.
126	Júlio - Já tava editado.
127	Paulo - Ficou menor, porque o dado bruto fica maior. Esse aí é depois que o Maurício tinha mandado pra editar. <i>Essa é a primeira aula, que a gente vai reproduzir da forma como ela tá aí.</i>
128	Júlio - <i>Você divide a sala em grupos, faz os grupos pequeninhos, aí você apresenta o material, entrega pra eles. Aí dá as instruções e eles vão fazer a atividade. Aí depois, cada grupo faz a sua construção lá no papel sulfite lá, do que eles acham que tem lá dentro da caixa. Aí cada um vai expor, vai fazer aquela técnica de expor. Aí faz a exposição, aí cada um vai lá na frente e explica direitinho o que imaginou e depois a gente faz o fechamento.</i>
129	Paulo - Aquela é a caixa.
130	Júlio - Ah, essa aqui é a caixinha. Eu tenho as minhas, estão no carro. Só que a minha é aquela de... a gente fez com MDF. Porque ai dura pra caramba...
131	Paulo - As minhas são de papelão, as minhas são dessas aí ainda.
132	Júlio - É as que eu uso, eu também dou a mesma atividade. Quando eu vou dar aula na licenciatura, lá no Metodista, eu uso as mesmas, eu uso a mesma atividade.
133	Paulo - A ideia é essa, pra discutir, tá vendo, naquela época, quando eu gravei, ficava o microfone ali, no grupo, né, que tá no centro da mesa ali.
134	Júlio - Esse cara que tá gravando aqui é o que vai gravar lá?
135	Paulo - É o que vai gravar pra gente. Então, nessa primeira gravação você vê, a gente fez... como é que você advinha quem é que tá falando? E a gente tava usando uma mesa de edição. Chega uma hora que você não sabe, quem falou aonde. Por isso a ideia da segunda câmera.
136	Júlio - Se você tivesse uma equipe mesmo, que você colocasse lapela, microfone na camisa, mas tava tudo... cada um da mesa tinha o seu microfone?
137	Paulo - Não.
138	Júlio - Não, era um da mesa. Era um geral pra todo...
139	Paulo - Não, o geral é aquele gravadorzinho que você tem no meio da mesa. Você viu que tinha um gravadorzinho ali que parece um walktalk. Esse aí era aqueles gravadores que você tinha que depois ele gravava em texto, lembra?
140	Júlio - Lembro.
141	Paulo - Depois você não sincronizava nada, descartou todos esses dados, não tinha como aproveitar. E aí cada grupo tinha um aluno com microfone de lapela. Só que aí, por exemplo, você sabia quem era o cara que estava falando, mas quem estava interagindo com ele, não, porque os microfones que a gente tinha eram esses abertos. Aí pegava todo mundo falando.
142	Júlio - Então, o que eu tinha dito é que se você tivesse uma equipe mesmo, o que você teria que fazer pra você saber, por exemplo, você pega aqui, grupo 1, aí o grupo 1 vai ter o microfone 1, 2, 3, 4, aí você sabe, na tua mesa, esses canais aqui são do grupo 1, aluno 1, aluno 2, aluno

	3, você já marcou os nomes. Depois você vai ter lá, uma mesa de 48 canais. Você pega, esse é o grupo 2, o grupo 2 está com o canal 5, 6, 7, mas aí é equipe profissional.
143	Paulo - Então, mas nós estávamos com 8 canais, tinha o técnico que tava ...
144	Júlio - Eram 8 grupos com um microfone que ficava no aluno, não é isso?
145	Paulo - Não, a gente tinha cinco grupos e oito canais. Então você tinha cinco alunos que estavam com microfone, então você tinha um canal por grupo. A gente tinha, em cada mesa, a gente tinha um gravador pra pegar o áudio. Aí você tava trabalhando com duas câmeras, e a gente tinha três canais que sobravam, que a deixava... depois para aqueles grupos que eram mais falantes. E tinha uma pessoa que ficava na mesa que era daquele grupo, da Érica, tudo mais, que ficava junto lá, que conseguia abrir e fechar os canais, porque sabia qual era a proposta e conseguia entender. Então tinha alguém que entendia também de física e separava os canais. Ah, vou deixar mais esse e tirar mais aquele. Só que o que acontecia? Tá conversando, esse grupo, por exemplo, apresentou, essa menina que está falando junto comigo aqui, no grupo de trás, alguém fala, capta junto. E aí, meu...
146	Júlio - É, porque esses microfones, eles são de...
147	Paulo - De ambiente.
148	Júlio - Eles captam tudo.
149	Paulo - Tinha que ser unidirecional e um por aluno. E aí você tem um grupo de 30 alunos, você precisa de 30 canais e 30 microfones.
150	Júlio - Eu te falei isso porque eu vi um projeto da PUC, na Marisa lá, ela tinha feito um registro de gravações, ela conseguiu verba, os caras foram filmar, pelo relato que falaram, os caras levaram mesa. Meu, uma mesa... 48 canais, cada aluno tinha o seu microfone.
151	Paulo - Isso, aí você consegue.
152	Júlio - Você ouvia a voz do cara, assim, perfeitinha, assim.
153	Paulo - Porque aí você coloca um canal pra cada aluno. E o aluno já tem o número de chamada. É só você pegar o número de chamada do aluno e dar o microfone X pra ele.
154	Júlio - Grupo 1 - é chamar aqueles alunos da chamada, fulano, fulano, fulano. O microfone do aluno tal é esse, você imagina, é um baita de um registro. Mas aja gasto também pra fazer isso.
155	Rafael - E a autorização dos alunos.
156	Paulo - É, então, isso eu já mando pra vocês por email. Você está na reunião de quinta? Aí na reunião eu vou acertar e te mando no pendrive. Na próxima terça eu te trago, porque é pesado pra mandar por email. Aí eu já separo, deixo tudo bonitinho numa pasta e entrego pra vocês. Já te entrego na quinta e entrego pro Wellington na sexta.
157	Júlio - Faz assim, ó, se você me mandar, manda o da diretora e me manda o dos alunos...
158	Paulo - Na verdade, são dois modelos.
159	Júlio - Então, o modelo dos alunos, porque é o seguinte, o da terça pra manhã não dá, porque já vai ter passado. Semana que vem eu encontro com eles de manhã e depois das férias. Mas se você mandar os modelos, o modelo, eu tiro, pelo menos, o da turma de terça. Aí você me tira as cópias da turma que eu vou dar na sexta. Aí já vai juntando autorizado...
160	Paulo - Não, mas se você, por exemplo, se você falar que é certeza que vai autorizar, aí você só volta aqui na próxima terça, né?
161	Júlio - Só volto aqui na próxima terça. Essa semana é fechamento de notas lá na Metodista.
162	Paulo - Se não eu ia falar pra você que eu te mandava, aí já fazia as cópia pra você, mas não adianta, só na terça... aí você já me fala quanto que eu te trago.
163	Júlio - Me manda o... me manda a sequência toda eu já te respondo com a quantidade.
164	Paulo - Tá bom, aí você já me responde a quantidade, eu providencio pra terça-feira que vem.
165	Júlio - Beleza.
166	Paulo - Tá? E aí, você, na quinta-feira, então, eu já te entrego, trago no pendrive, trago tudo separadinho na pasta, já te deixo também e mando pra você amanhã a autorização.

167	Júlio – (Inaudível) o do... é terça-feira.
168	Paulo - Isso, beleza?
169	Rafael - O dia é terça-feira, o outro você vê lá e me fala.

Transcrição – Reunião 4 - 25/09/2012

TURNO	TRANSCRIÇÃO
1	Paulo - A gente está terminando efeito fotoelétrico, tem aula discussão dos fenômenos luminosos na semana que vem.
2	Júlio - Confere. Na semana que vem estou em conselho.
3	Paulo - Você está em conselho, mas o Rafael na semana que vem já pode gravar, nessa semana é que não pode, né?
4	Rafael - É.
5	Paulo - Aí você ainda tem aula de sistematização do efeito fotoelétrico e os exercícios.
6	Rafael - Isso.
7	Paulo - Aí na segunda aula da semana dá pra você já entrar nos fenômenos luminosos que é uma aula só é aquela apresentação no Power point que tem todos os fenômenos...
8	Rafael - Isso a gente já fez, Paulo.
9	Paulo - Ah, no seu caso você já fez, ele é que não fez.
10	Rafael - Nós estamos respondendo o questionário.
11	Paulo - Tá. Então é só terminar o questionário e aí na outra aula a gente já entra Mach-Zehnder os dois, então na outra semana os dois já equilibram, vão ficar iguais e aí nós vamos ter que combinar só do Léo ficar levando e trazendo o Mach-Zehnder porque não dá pra deixar e que vai usar duas aulas.
12	Júlio - No meu ele estava indo de metrô, dá pra levar?
13	Paulo - Dá! O Mach-Zehnder é do tamanho do meu computador, mas aí tem que ver o seguinte: Dá pra usar o laboratório de informática na sua escola?
14	Júlio - No meu dá é só marcar com antecedência. No dia que nós fizemos o simulador o menino não chegou no horário na primeira vez, eu tinha pedido pra ele chegar às sete só que o horário dele de entrada é às nove, eu pedi pra avisá-lo só que não avisaram, aí cada grupo foi tentando fazer no meu, mas não deu pra terminar. Na aula seguinte fomos todos pro laboratório, a sala inteira, os mesmos grupos e aí quem já tinha começado a fazer foi melhorando a tabela deles, então foi trocando material, conseguiram fazer um estudo melhor no simulador e quem estava atrasado fez o básico que mais ou menos a gente tinha definido.
15	Paulo - A gente tem dois caminhos pra trabalhar com o Mach-Zehnder, normalmente o que eu faço? Divido a turma no meio e metade usa o simulador, metade fica com o Mach-Zehnder.
16	Júlio - Dá pra fazer.
17	Paulo - Depois na aula seguinte você inverte, vai precisar de duas aulas então pro Mach-Zehnder.
18	Rafael - Você disse que vai mandar alguém, você também vai, alguma coisa assim?

19	Paulo - Pra usar?
20	Rafael - É por que como é que vai fazer se você vai dividir a turma na metade? Se você ficar com uma metade e a outra vai ficar sozinha?
21	Paulo - Mas aí, por exemplo...
22	Júlio - Uma metade fica com o Mach-Zehnder e a outra metade fica no laboratório.
23	Paulo - Mas aí o Léo acompanha uma turma, ele vai tá gravando uma turma, a outra turma tá com o professor, depois inverte.
24	Júlio - É mais confiável o professor ficar com a parte do Mach-Zehnder, né?
25	Paulo - É melhor e outra, pra gente ter informação onde ele vai anotar. Na informática é auto-explicativo é só a orientação ali, o protocolo que vocês vão dar antes e depois eles vão ficar manipulando sozinhos, na aula seguinte inverte.
26	Rafael - Mas e a filmagem?
27	Paulo - Então, mas ele vai filmar o grupo, não é? Não dá pra ele filmar as quatro aulas em uma, entendeu?
28	Rafael - Então na filmagem ele filma o grupo que tá na informática.
29	Paulo - Esse grupo que quando inverter ele filma, é o grupo que ele está seguindo desde o início. Então o que acontece? Ele leva ali... Também dá se precisar, mas a gente percebeu que não faz muita diferença porque, por exemplo, na informática não tem muito que gravar, eles conversam pouco, estão mais é manipulando e os dados a gente tem na simulação.
30	Rafael - É uma aula na informática e uma aula no Mach-Zehnder.
31	Júlio - Quem tem aula dobradinha já mata tudo. O meu é fácil, Paulo, porque as salas são coladas, a de informática e de vídeo ao lado, não vai dar dez passos para mudar de uma sala pra outra.
32	Paulo - Agora se não tiver a sala de informática a outra solução é o quê? Leva o Power point e faz o simulador no P. point só que aí não é o professor que manipula, você pede para os grupos ficarem manipulando. Ah, não tenho... Então a gente manda o notebook, leva com simulador e projeta.
33	Rafael - Qual vai ser o objetivo do Mach-Zehnder?
34	Paulo - Então o que a gente quer ver? Num Mach-Zehnder real a gente tem dois objetivos, um é obter a figura de interferência e confrontar justamente o que eles estavam vendo lá como é que acontece, interferência é um fenômeno ondulatório, então vai ver interferência construtiva, destrutiva e você vai obter a figura, então o objetivo final dessa aula é ver no arranjo experimental eles obterem isso, mas também não é uma coisa assim: Ah, eu bato o olho e to enxergando. Aí ele tem o outro que ele vai ter que ter o objetivo secundário que é ver o quê? Que na ciência você vai construindo o aparato, vai verificando, entendeu? Essa observação não é direta, você tem que controlar algumas variáveis, então quando eles levam o outro Mach-Zehnder que um grupo vai estar trabalhando ali na hora é aquele que a gente tem na aula do Osvaldo, só funciona na mão dele, ninguém consegue fazer nada, o laser não tá estável, fica tremendo, às vezes o aluno vê que está oscilando ali e tem a impressão que é a figura e não é, ele vai perceber que a figura não fica andando e na do Osvaldo fica andando. A posição que você vai colocar as lentes, tem que calcular tudo isso daí.
35	Rafael - Nosso objetivo é a figura de interferência, ver que é ondulatória.
36	Paulo - Isso. Perceber o fenômeno da interferência ali e aí quando você vai pra aula de informática sai do interferômetro real e vai pro ideal, por que a gente tem o interferômetro real? Você tem um feixe, você não tem um fóton ali e no ideal você tem um único fóton, você faz experiência com um único fóton e aí vai estudar o caminho, aí é o passo pra quântica, né?

	<p>Porque aí você vai começar a interpretar se é ondulatório como é que com um único fóton acontece? Como é que eu tenho um único evento que provoca a figura da interferência? Qual é a diferença quando eu to tratando como onda e como partícula, porque aí o simulador te dá essa opção, você trata como fóton, ele já chama direto de fóton quando é partícula e chama de raio quando é onda, né? E aí você vai vendo a interferência e vai analisando. Quando você coloca um filtro o que acontece? Você colocou um filtro ali e deixa de ter a figura de interferência, por quê? Porque só seguiu um único caminho o outro quando foi absorvido pelo filtro já era, né... Quando você coloca um detector a mesma coisa e aí você percebe embaixo que ele está detectando partículas em cima, num dos caminhos e o outro tá seguindo e aí o que acontece? Você não tem a figura de novo.</p>
37	Rafael - Ele mostra esse detector de não demolição lá?
38	Paulo - Mostra. Aí o ideal é manipular um pouquinho o interferômetro antes de apresentar aos alunos, ele tá em alemão e inglês.
39	Júlio - E aquele interferômetro da Fernanda Ostermann
40	Paulo - Mas aquele da Fernanda Ostermann eu acho bonitinho também e ele tá mais ajustado e tal, mas ele não reproduz exatamente aquele que você tem no Mach-Zehnder, ele tem uns ajustes que o outro não tem e tal, então é uma adaptação. Não tem problema usar aquele lá também, eu penso, aí é minha opinião pessoal que esse da Universidade de Munique é mais didático porque ele te mostra vista superior e aí você consegue enxergar como se tivesse uma vista aérea do que tá acontecendo.
41	Júlio - Como aparece nos livros.
42	Paulo - Como aparece nos livros, isso, e depois ele faz a inversão pra 3D que é pra você ver o que está acontecendo na simulação, então eu acho mais didático, o da Fernanda Ostermann é mais fácil de você trabalhar, mexer mais com as variáveis e tal, não tem problema usar o outro porque na verdade o que você quer discutir é a simulação mesmo, na verdade não é a simulação que você quer discutir, você quer discutir é quando você sai do real pro ideal e aí você passa a ter a necessidade do experimento do pensamento, tem que imaginar mais um raio é um único fóton que tá passando ali, uma única onda, o que acontece quando... Como é que a onda interfere com ela mesma que já é o pulo pra você fazer a discussão com eles das interpretações da quântica. O pulo do gato é o interferômetro, como é que saio do que estou tratando classicamente pra poder começar a discussão quântica. Na última aula a gente vai perceber se eles entenderam ou não essas interpretações e mostrar também que não tem uma única interpretação. O grande lance na argumentação dos alunos é a gente perceber que existe mais de uma interpretação por quê? Porque no caso da quântica, diferente da clássica, você não tem uma resposta.
43	Júlio - Hoje teve uma menina que perguntou assim: Professor, eu estava entendendo de onda, agora esse negócio de partícula, por que não fica tudo onda? Eu falei: Você leu o texto? Retoma o texto. Ah, professor eu vi, ele tá falando aqui que tem coisa que dá pra explicar com um e tem outra coisa que não dá pra explicar com o outro, mas qual deles tá certo? Eu falei assim: Deixa no ar isso daí, volta aí pra o que está fazendo. Então eu tento evitar no máximo de responder coisas pra eles, só que meu... Eles ficam o tempo inteiro cutucando. Professor, vai lá na lousa, coloca lá, quando o senhor faz a gente entende, eu to achando o texto difícil. O comentário geral de muita gente que eles acharam o texto difícil. Eu falei: Mas acharam difícil porque estava faltando alguma coisa? Não, professor, é que tem que fazer muita leitura. Eu falei, mas não tem saída, tem que ler mesmo.
44	Rafael - Comigo também, acho que é uma coisa sistemática isso, acho que com outras pessoas também porque na escola, sobretudo o tipo de escola em que estamos trabalhando, não é feito dessa forma, é aula expositiva e acabou e fica muito cômodo pra eles, pra todo mundo fica cômodo, não que não tenha que ter aula expositiva...
45	Júlio - Ou pior, você faz dez exercícios e quando você dá o décimo primeiro ele faz.
46	Paulo - Ou se o décimo primeiro for igual um dos dez anteriores ele reproduz como você disse lá do menino do vestibular, né?

47	Júlio - Ele sabe resolver o problema, tem a técnica, mas não sabe interpretar o resultado.
48	Paulo - Exatamente, não sabe pra que serve. Mas então estamos no caminho, vamos tentar terminar em outubro se não surgir nenhum contratempo pra gente no caminho.
49	Rafael - O problema é o calendário da escola porque, por exemplo, na semana retrasada eu perdi uma aula porque teve o SARESP e a outra teve o Planetário Móvel...
50	Júlio - O que é bom, mas, por exemplo, eu tinha marcado aula pra essa sexta e ainda perguntei pra coordenação do no : Vai ter aula nessa sexta? Vai ter! Isso foi na sexta de manhã, perguntei pra coordenadora da manhã: Vai ter aula na sexta-feira a noite? Eu dei aula na sexta-feira a noite, mas já fui comunicado que na próxima não tem, mas eu não sabia e acabei sabendo em cima da hora.
51	Paulo - Ah, mas é assim direto... Já mandou pra Carol?
52	Júlio - Não tenho o e-mail dela. Eu corrigi tanto o texto, quanto as perguntas também.
53	Paulo - Não tem como você mandar pra imprimir direto?
54	Júlio - O meu não imprime, tentei me cadastrar aqui e não consegui.
Início da segunda parte da reunião (25/09/2012)	
55	Júlio -... chegando e ele falou que não conseguiu fazer a conta. Eu falei, vamos pensar no que você está fazendo, o fóton não está chegando? Tem dez de energia, não vou falar nem de unidade, a quantidade de energia dele é dez, digamos que o metal precise de dois, pra onde vai o restante? Ah, professor, vai pro elétron se movimentar. E porque você não conseguiu entender isso quando fez a conta? Na conta o que tá dizendo é isso, da maneira como você coloca aqui se isso aqui vale dez e ele gasta dois pra onde é que vai o resto? Vai pra fazer o elétron se movimentar. Eu falei: E você não conseguiu enxergar isso na equação? Depois que eu já tinha corrigido a equação, né?
56	Rafael - Esse negócio também é outra coisa sistemática que a gente vê acontecendo, por que acontece isso? É aquele caso clássico de que a gente fala que muda a letra do "x e y" na matemática por "b e t" e o cara enrola, ele não dá o passo. Como é uma coisa sistemática e eu acho que é isso que também aconteceu no " $E = h.f$ " é que ele sabe fazer dentro daquele contexto da matemática, aí quando ele vai pra física ele não... Por que acontece isso? Eu acho que é um problema para ser trabalhado na discussão, na aula, o professor de matemática também devia fazer isso, tanto professor de física, quanto de matemática, buscar inter-relações entra as áreas.
57	Paulo - Tem um texto da Fernanda Ostermann sobre as interpretações que talvez fosse legal dar uma lida.
58	Júlio - Eu tenho ele aqui.
59	Rafael - Mas ele foi no material, não foi?
60	Paulo - Não.
61	Júlio - Tem um texto que é dela e tem um texto que é de um aluno dela que ela apresentou até.
62	Paulo - Isso.
63	Rafael - Fala pro professor ou pro aluno.
64	Paulo - Pra você dar uma olhada porque, por exemplo, pro aluno você vai fazer a discussão e o

	texto que a gente vai ter pra modificar é o que está mesmo no material que o Gilberto fez, mas pra você ler vou salvar aqui e mandar pra você que é um que ela mandou pra Revista Brasileira de Ensino de Física, então ela faz a discussão das interpretações e tal, faz mais ou menos a mesma discussão que o Osvaldo faz só que ele usa dois capítulos do livro dele pra discussão e tem trinta e poucas páginas.
65	Rafael - Eu acho que tem um ponto crítico nesse negócio da interpretação, Paulo, eu também já trabalhei com esse material do Gilberto e nas duas vezes que eu trabalhei eu notei que acontece um problema assim: Quando fala em interpretação dá impressão de um relativismo, então é diferente da clássica " $F = m.a$ " e acabou e tal... Eu creio que esse é o problema, não é diferente, a quântica tem uma estrutura interna lógica, ela não é passível de interpretação o que nós estamos falando de interpretação é outra coisa, entendeu? Não é que depende de opinião... Ah, o Bohr tem uma opinião o outro cara tem outra. Quanto ao formalismo lógico da quântica todos os cientistas falam a mesma coisa, é objetivo, o que eles têm é visão diferente de como interpretar aquele problema de lógica. Para o cara do ensino médio isso é um problema sério, nas duas vezes que trabalhei com eles não consegui mostrar dessa maneira, a impressão que eu fiquei é que ficaram muito confusos e acharam então que a coisa era como se dependesse de opinião. Entendeu? Eu tenho opinião de que é ondulatória, você tem opinião que é... E não é isso.
66	Júlio - E leva a outra coisa porque quando eles perguntam: Afinal é uma coisa ou outra? Aí você fala assim: É algo que ainda não tá fechado, você tem interpretações. Ele fala assim: Ah, vale qualquer coisa então.
67	Paulo - Não, não vale!
68	Júlio - Aí eu falei: Não vale! No contexto que a gente está discutindo você tem essas maneiras de analisar isso, então dentro desse contexto tem essas quatro visões, mas não vale qualquer coisa.
69	Paulo - Se pegar uma 5ª ou uma 6ª ela tem que tá pautada em todo esse formalismo, quer dizer, na verdade elas são vinte e tantas...
70	Rafael - Não dá pra fazer uma ligação como fiz com a caixa preta, por exemplo? Na caixa preta têm vários modelinhos, eu tinha um modelo que tinha duas varinhas de um lado e duas do outro, então se eu puxasse essa varinha as outras duas (gestual conferido no vídeo: paralelas à esquerda) se eu empurrasse aí uma delas só que, acho que era a da direita ou a da esquerda, então não era coisa de interpretação, era um fato que estava acontecendo ali e a maneira como eu manipulava uma das varinhas, ditava como as outras iam se comportar. Eu entendo que interpretação é quando eu vou fazer uma hipótese sobre um mecanismo que tá por traz desse comportamento. Tinha uma brincadeira que o próprio Gilberto fazia: Uma interpretação válida é que o moleque pode falar que tem um anãozinho lá dentro, um duende, que você mexe a varinha e ele vai mexer.
71	Paulo - Mas não foi uma brincadeira, foi uma vez que ele aplicou...
72	Júlio - Foi na escola da Cris que o menino falou: Então quer dizer que se eu disser que tem um gnomo aí...
73	Paulo - É uma interpretação.
74	Júlio - Se você conseguir explicar com ele como funciona...
75	Rafael - Tanto pra você, pra mim, pra ele, a caixinha a gente vai entender como ela funciona, a gente vai fazer uma relação entre o comportamento que a gente faz em uma das hastes e como que a gente se comporta, disso nós não vamos discordar, isso é uma coisa bem objetiva o que nós vamos fazer... Aí eu acho que entra o lance da interpretação. Talvez dar aquela aula da caixinha.
76	Paulo - Mas a caixa preta teve essa função na primeira aula, mostrar que, por exemplo, no mundo clássico interpreta o universo...
77	Rafael - Cada grupo teve várias interpretações da caixa preta.

78	Paulo - Sim, mas qual era a ideia? Pensar classicamente que você pode explicar a realidade de duas maneiras, ou é onda ou partícula, são antagônicas e complementares, não é isso? Então o mote da caixa preta é esse, você pode retomar agora: Olha, agora já não tenho mais esse dualismo, não pode ser só duas coisas, eu tenho mais de uma, mas todas elas estão pautadas no quê?
79	Júlio - Na turma da noite foi mais legal a discussão da caixa preta, tem uma loirinha que estava inconformada: Mas como é que você vai avaliar? Eu falei, a gente vai avaliar pelas exposições que vocês estão fazendo aqui na frente, eu quero ver se o que você pensou pra explicar aí... Mas a minha caixinha não é igual à dele. Eu falei: Como assim? A minha eu puxo aqui, solto e ela volta, a dele ele puxa e fica no lugar. Eu falei, vamos esperar o grupo deles vir aqui pra gente tentar estudar, vamos ver como eles argumentaram em cima disso.
80	Rafael - Isso aí é "Fazer Escola", ela tá preocupada com a avaliação e tal...
81	Júlio - Não, mas depois ela mudou o argumento dela, não estava mais pautada nisso, mas ela estava curiosa assim: Por que você não deu caixinhas iguais então pra facilitar?
82	Paulo - Teoricamente elas eram, né?
83	Júlio - Teoricamente elas eram...
84	Paulo - No percurso vai quebrando e você vai improvisando daqui e de lá...
85	Rafael - Isso de fazer em escola é um negócio muito forte é um sentimento muito forte pra mim... É muito complicado você tentar... De dez, tentar um...
86	Júlio - Os meninos falaram assim: Professor, então qualquer um que for aí na frente e apresentar vai tá certo.
87	Paulo - Tem que esclarecer esse argumento...
88	Júlio - Foi o que eu falei: A gente tá aqui na seguinte postura, a gente tem que ouvir o que o outro tem pra dizer, o que eles discutiram em grupo chegaram num consenso... Teve um grupo lá que os caras só faltaram sair no tapa, no sentido legal da argumentação. Um falava: Você não vai apresentar assim lá na frente. E o outro falava: Eu vou porque é esse aqui! Eu falei: Mas vocês têm que chegar num consenso, não tem que valer a opinião de um. Só que era um grupo ímpar e cada um pensando numa coisa. Eu falei: Não dá pra apresentar três aqui na frente, vão ter que chegar na comunidade entre vocês, discutir e chegar num consenso, algo tem que prevalecer aí. Eles entraram num acordo e fizeram uma mistura lá, mas ficou legal, cara, eu gostei mais da discussão do no do que do diurno.
89	Paulo - Eu assisti uma aula só do pessoal da noite, não vi as outras, mas tá bem legal.
90	Júlio - Eles são mais participativos.
91	Paulo - Quantas cópias você vai precisar?
92	Júlio - Oitenta cópias.
93	Paulo - Quantas cópias você vai precisar, Rafael?
94	Rafael - Duas turmas, acho que setenta cópias. O meu posso pegar quinta-feira se eles não fizerem agora.
95	Paulo - Eu acho que fazem agora. Você vai estar aqui à tarde? E você, Júlio?
96	Júlio - Vou embora.
97	Paulo - Na hora que a gente sair daqui você tem que passar comigo na escola pra pegar a caixa. Vai precisar dela hoje?
98	Rafael - Vou precisar amanhã.

99	Júlio - Só faz o seguinte pra mim então... Quanto tempo leva pra ele rodar?
100	Paulo - Então vamos só recapitular: Pra terça-feira que vem a gente não vai precisar de nada ainda e vocês já estão com o material, na outra vamos precisar do Mach-Zehnder, vou ver se já pego no final de semana e na terça-feira que vem a gente brinca junto com o Mach-Zehnder, vamos tirando dúvidas e tal, faz junto e já entra na simulação também, então a gente fica uma meia hora manipulando porque aí quando vocês forem pra sala, mais ou menos, sabe como fazer.
101	Júlio - A única coisa que eu sei do Mach-Zehnder é via simulador, eu nunca manipulei, então também tenho curiosidade de saber.
102	Paulo - Vamos mexer no real.
103	Rafael - Pô, é legal pra trazer, né?
104	Júlio - Trazer pro real mesmo, pegar o real, acertar direitinho cada semi-espelho que tem ali, não é tão trivial não.
105	Paulo - A gente faz uma atuação, eu desmonto e vocês montam.

Transcrição – Reunião 8 – 04/12/2012

1	Paulo - Na verdade nosso encontro hoje é para a gente fazer o quê? Discutir um pouquinho do que foi a sequência para cada um de vocês, o que vocês sentiram que deu certo e o que não deu certo, fazer algumas considerações com relação às atividades que vocês desenvolveram com eles. Se vocês perceberam que ela é implementável ou não é e o que a gente precisaria fazer em termos de alteração. Para mim, em particular, vai importar bastante a percepção que vocês tiveram do nosso objetivo lá que era uma introdução dos conceitos da natureza da luz e a discussão que vocês fizeram com os alunos.
2	Júlio - Vou falar primeiro o que eu percebi em geral, acho que a sequência foi condizente com a proposta da gente chegar na discussão das interpretações que temos na mecânica quântica, mas eu vi que pelo menos tive dois problemas e que para mim vão ajudar até também pra o que eu to querendo, foi o seguinte: Na turma da manhã – turma do 3º A – como tive pouquíssimas interrupções em termos de sequência das aulas, então não tive que fazer tantas retomadas... É óbvio que você sempre faz retomadas, mas retomadas assim, você acabou de dar aula numa semana na semana seguinte você tá retomando aquele finalzinho pra dar prosseguimento, então eu acho que essas pequenas interrupções normais de aula não atrapalharam a aplicação da sequência. Eu vi que teve um envolvimento grande por parte dos alunos quanto às atividades, principalmente as atividades relacionadas ao simulador a própria caixa preta.
3	Paulo - Os dois simuladores?
4	Júlio - Os dois. O auge mesmo que eu percebi que foi o mais bacana de todos foi o do interferômetro, embora no início para eles fosse uma coisa estranha de ter que fazer aquele arranjo experimental que eles nunca viram na vida, não sabiam qual era o objetivo daquilo ali, mas foi legal ver a motivação deles por trás de querer fazer a coisa funcionar e de eles ficarem mais felizes ainda quando conseguiram, apesar de todas as dificuldades que nós tivemos. Eu acho que no decorrer das aulas as discussões que apareceram foram discussões bastante válidas. É óbvio que em vários momentos o professor, no caso eu, a gente tem que dar um ritmo pra coisa mesmo porque infelizmente não se tem o tempo total que a gente... Você não pode ficar ali duas horas esperando que o aluno vá falar alguma coisa, então tem que ficar o tempo inteiro perguntando, estimulando, o professor ali não tem saída, quem for aplicar um curso desse, além de estudar, conhecer o conteúdo, acho difícil conhecer o conteúdo com profundidade porque têm coisas ali que vão muito além do que o professor naturalmente trabalha em sala de aula, mas ele tem que ter uma predisposição a estudar

	antes e tem que estar muito atento aos momentos que vão acontecendo na aula, quando eu digo dos momentos que estão acontecendo na aula é dele ficar atento que o aluno tem hora que vai ter que falar muito e se ele não falar você tem que estar perguntando, não sei se consegui fazer isso o tempo inteiro, acho que em alguns momentos eu tenha conseguido exercer melhor essa ideia de estar estingando o aluno a falar, eu acho que em outros momentos como mau hábito nosso a gente acaba falando demais mesmo e eu tenho ciência que isso aconteceu, eu acho que poderia ter dado um pouquinho mais de fala para eles, mas até por preocupação com o tempo, infelizmente a gente fica, pra mim o que acabou atrapalhando e me deixando um pouco aflito durante toda a sequência das aulas foi esse problema do tempo que é uma coisa que vai contra a gente mesmo porque quer queira, quer não, mesmo no período da manhã que se eu quisesse até conseguiria mais aulas, mas você não vai ter o tempo todo disponível, você tem que começar e tentar levantar pergunta, problematizar, envolver os alunos, fazer com que eles falem, mas tem que concluir, né?
5	Paulo - Por isso tem o cronograma.
6	Júlio - Exatamente. Eu acho que o que mais me deixou aflito e talvez apareça muito nas gravações é essa minha preocupação com o tempo, não sei se acabei cortando aluno às vezes em momento que não deveria, mas foi sempre preocupado em conseguir dar o ritmo pra sequência. Eu acho que no período da manhã funcionou muito bacana, no período da noite foi uma complicação muito maior porque primeiro as aulas são gravadas sempre às sextas-feiras nas últimas aulas e aí tem o problema de que muitos alunos não comparecem normalmente as sextas, embora eu acho que nosso quadro foi até razoavelmente bom, mas tivemos muito problema de interrupção da sequência, então, por exemplo, você dava aula numa semana, depois o prédio era requisitado pelo TRE pra preparação por conta das eleições, primeiro turno, segundo turno, depois reunião de SARESP, depois reunião pra pré-conselho, então essas várias interrupções que tivemos acabaram atrapalhando principalmente pelo andamento das discussões que não eram a mesma coisa, por exemplo, a gente acabou hoje a discussão do efeito fotoelétrico a continuidade que foi trazer o interferômetro versão real e o simulador para eles discutirem e que seria bonitinho pra você discutir esse problema da dualidade que apareceu no final da aula anterior que foi no efeito fotoelétrico, você teve que perder um tempão, então a coisa foi se diluindo ao longo do tempo e não era a mesma coisa em retomar depois... Paramos na última aula nessa discussão. Então não foi a mesma coisa que aconteceu no período da manhã e o da noite. No período da manhã foi em sequência, uma semana após a outra. No período da noite levou quase um mês pra gente voltar pra o interferômetro, então teve muita coisa bacana que acabou se perdendo e que mesmo você tentando resgatar não é a mesma coisa.
7	Paulo - Você já olhou pro registro escrito e acha que os dados mudam muito?
8	Júlio -Eu acho que mudam. Eu percebo que talvez pelo resgate que eu tenha tentado fazer no período da noite, algumas coisas eu acabo induzindo de maneira involuntária nesse resgate: A gente ficou várias aulas de preparação falando da natureza da luz como onda. No efeito fotoelétrico aqui apareceu uma problemática e a natureza ondulatória não dava conta, então a gente apontou na corpuscular e mesmo fazendo a comparação entre os dois modelos e quem defendia um e o que era explicado por um modelo e quem defendia o outro que era explicado pelo outro... Não sei... Acho que em algum momento ali talvez eu tenha direcionado – eu não assisti as minhas aulas – em algum momento mais pra um caráter do que para outro. Até mesmo a discussão que foi feita no último dia das interpretações no meu julgamento acho que a discussão ficou pobre porque foi o último dia de aula, então a cabeça dos alunos já estava em outro lugar, a única turma que estava tendo aula naquele dia e horário era a nossa, então você imagina, não tinha ninguém no colégio, eram quase dez horas da noite e a única turma que persistia lá e estava participando disso porque os alunos se comprometeram a vir, eu acho que talvez o momento em que aconteceu isso não foi adequado por ser final de semestre, praticamente quase o último dia de aula, véspera de conselho, então os alunos já estavam cansados também, eu confesso também que foi muito cansativo terminar essa sequência porque tem o meu desgaste também, tive que abrir mão de outras coisas pra fazer isso, mas abracei e falei que ia até o final e a gente foi até o final. Eu recomendaria se isso fosse feito de novo, se fosse acontecer mesmo, teria que acontecer na pior das hipóteses, mas começar mesmo em agosto, setembro na pior das hipóteses para acabar em outubro, porque novembro, cara, é um mês complicadíssimo.
9	Rafael - Ou no primeiro semestre.

10	Júlio - Ou no primeiro semestre, exatamente, que eu acho que é quando a gente tá com muito mais gás. Eu acho que as discussões que pudessem aparecer por ser outro momento... A gente estava mais animado mesmo no início, eu acho que seriam melhores... O que eu colocaria que talvez tenha complicado mais as discussões, principalmente no período noturno, foi esse espaçamento das aulas, então eu, enquanto professor, tinha que ficar resgatando muita coisa e é verdade que se perde no tempo, cara; você tem três semanas, o cara está tendo contato com um conteúdo que já não é um conteúdo normalmente trabalhado em sala de aula, você traz elementos ali que vão muito além do que de maneira costumeira discutimos em física clássica, então você está com elementos ali de um conhecimento que não é tão papável, o problema é esse mesmo. Tive relato de alunos que achei muito bacana, apareceu isso de manhã e a menina falou assim: Professor, eu gostei muito da parte de dualidade. Eu falei: Mas por que você gostou? Ah, professor, porque a gente tem que usar muito o pensamento. Já teve outra menina do mesmo grupo dessa, isso está registrado que falou: Ah, professor, eu já não gostei. Falei: Por quê? Porque tive que pensar demais.
11	Paulo - O contrário.
12	Júlio - Foi o contrário, mas o que eu achei bacana, principalmente na sequência, é que ela foge à mesmice, o aluno tem que trabalhar mais e isso aí é notório, o aluno tem que se colocar num papel de produzir mais, tem que pensar mais e eu acho que até quando “não deu tão certo” foi positivo, por exemplo: No texto do efeito fotoelétrico os alunos em geral comentaram que tiveram dificuldade muito grande de ler e entender a quantidade de informações que estavam ali. Até isso foi positivo porque eles estavam lendo e se o cara consegue perceber que tinha tanta coisa assim eu já fico satisfeito porque ele teve que se colocar no papel de ler, interpretar, selecionar, separar as coisas, ali no texto tá bem claro, ora está falando de um modelo que é o ondulatório, ora está falando do modelo corpuscular, então se ele conseguiu perceber que tem muita coisa ali, mas ele estava tendo dificuldade de organizar, aí é óbvio que compete ao professor dar uma pausa ali e tentar organizar junto com os alunos. Eu só vi aspectos positivos, agora o que eu acho que precisava acertar mesmo é poucos detalhes na sequência e que não dá pra trabalhar em final de semestre, tem que ser no segundo bimestre de um ano letivo ou na pior das hipóteses no terceiro bimestre que é onde eu acho que você consegue produzir mais, esse período no final foi muito desgastante pra mim e também para os alunos, eu acho que isso acaba desfavorecendo as discussões, por mais que você estimule eles, como final, terceiro ano teve um monte de provas, SARESP, nosso colégio também fez a parte de Pré SARESP, então foram mais aulas comidas ainda, mais desgastados os alunos, então acho que foi cansativo.
13	Paulo - E em termos de conteúdo você acha que levar para o primeiro semestre não prejudica em termos de alguns conceitos... Porque normalmente o que trabalha a gente, teoricamente, já viu no segundo ano. Não é isso?
14	Júlio - Tem muita coisa... Essa turma que eu trabalhei do 3ºA e do 3ºB era uma turma de dois segundos anos da manhã que acabaram sendo diluídas, então alguns alunos acabaram ficando no período da manhã e acabaram chegando poucos outros e outros foram para o período noturno, alguns foram para o 3ºB – essa turma foi gravada – outros para o 3ºC, outros pro D... O que eu percebi mais foi na turma da noite mesmo que acabou um pouco mais mesclado, mas eu não acho Paulo que se você aplicasse isso no primeiro semestre complicaria, eu acho que o que aconteceria na verdade é que quem fosse fazer a programação pra aplicar essas aulas de sequência de dualidade teria que se preocupar com pré-requisitos de física clássica, então olhar em que ponto os alunos estão em termos de conhecimento da natureza da luz, parte de ondas e os elementos de ondas, se o aluno não tem muita apropriação disso talvez um bimestre daria pra discutir um pouquinho da parte elétrica, a parte magnética da matéria e resgatar um pouquinho dessa parte de onda e luz que é o que fazíamos nos cursos anteriores. Eu nunca apliquei a sequência desse jeito, sempre apliquei da maneira que a gente teve o material aqui, mas eu achei uma maneira interessante de você introduzir, de você começar discutindo a natureza da luz a partir do efeito fotoelétrico, não achei uma ruptura grande não, mas o que é pré-requisito importante é o que eles já sabem antes mesmo, então se ele já teve esse contato da luz no segundo ano, se ele domina alguns elementos básicos de ondas, isso favorece, agora, ficaria complicado de fazer essa sequência sem esses elementos antes.
15	Paulo - Rafael?
16	Rafael - Então, a questão do tempo eu concordo com ele e eu não diria assim que é o número de aulas que deveria aumentar, o que aconteceu com relação ao tempo foi isso, teve muitos feriados em

	outubro e novembro e as atividades do SARESP e teve outras atividades na escola como um Planetário Móvel que apareceu lá e isso estava meio fora do calendário então eu tinha turma, por exemplo, que tinha aula dupla e aí calhou de ficar 21 dias porque ficou três semanas...
17	Júlio - Foi a mesma coisa com a minha da turma do noturno foi exatamente isso...
18	Rafael - E aí quebra mesmo essa questão do engajamento, você tem que voltar e eles não lembram às vezes, nem lembram mais onde tinham parado. A gente estava conversando ali numa possibilidade de talvez se tiver uma situação parecida com essa, como a gente estava filmando, voltar à filmagem e mostrar: Lembra onde a gente parou? Vocês estavam discutindo isso... Quem sabe ajudaria e eu não pensei na hora.
19	Júlio - Eu também não pensei nisso.
20	Rafael - Talvez fosse mais legal pra eles.
21	Paulo - Estariam reparando...
22	Rafael - Foi o que dificultou... Com relação ao material em si a única coisa que eu diria é o questionário, por exemplo, do efeito fotoelétrico tem muita informação de uma vez só, por exemplo, ele pede pra calcular a energia do fóton e aí usa tanto joule, quanto elétron-volt e essa conversão é um fator a mais para confundir o cara e na hora a gente estava interessado em entender direitinho o que era o fóton e como é que calculava a energia e eu acho que abrir mão dessa... Deixar uma unidade só.
23	Júlio - Exatamente. Eu daria nessa questão elétron-volt mesmo porque como os valores que aparecem ali são valores que não tem nada de potência de dez em geral, né? Então facilita mesmo até pra você fazer algumas simulações, então, por exemplo: Metal Sódio precisa de 2,3 elétrons-volts ou 4,3, não lembro, mas um valor de elétrons-volts pra você arrancar o elétron do metal, então você tem aquele valor ali, qualquer valor abaixo daquilo ali se você bota potência de 10 talvez consiga alguma coisa, mas pra elétron-volt fica mais fácil porque se for, por exemplo, 4,3 e você mandou menos do que isso já sabe que não vai acontecer efeito fotoelétrico por questão energética mesmo, precisa ter no mínimo aquela energia pra você poder desligar o elétron, mais do que isso arranca o elétron e o que sobra é conservação de energia.
24	Rafael - Em alguns momentos da aula o que a gente fez pra minimizar isso aí? Falamos, vamos colocar uns valores fictícios aqui, falar em quatro unidades de energia porque tem um número aí que na verdade é uma potência de 10 e não sei o quê, tem problemas de conversão de unidade, mas não vem ao caso aqui é mais pra entender porque acontece o efeito fotoelétrico e como é que ele acontece, mas isso dá pra sanar é uma questão do professor...
25	Paulo - Mas a gente mesmo podia ter previsto e fazer uma adaptação, né? Nós pegamos uns exercícios que são alguns clássicos já do vestibular. Essa ideia que vocês deram... A gente podia fazer uma adaptação nisso reduzindo essa situação, tira as conversões...
26	Rafael - Uma situação legal também, Paulo, que é o seguinte: Às vezes o sujeito escreve um texto e tem as razões dele, têm boas intenções, isso é indiscutível e aí o cara que vai aplicar tem que ter um pouco de sensibilidade na hora lá, tem que se ajustar, transformar um pouco aquilo, sei lá eu...
27	Paulo - Mas vamos pensar, por exemplo, nós que estamos aplicando estamos habituados, vocês se predispõem, fazem parte de um grupo de trabalho. Se a gente levar para uma escola qualquer e fala pra pessoa assim: Olha, a gente precisa dessa sequência. De repente o cara vai tentar reproduzir aquilo que a gente orientou.
28	Júlio - O que achei que pra mim agregou muito e não acho que é vergonha nenhuma, por exemplo, eu nunca tinha mexido no interferômetro mesmo, então eu conhecia o interferômetro de Michelson e Morley que a gente discutiu algumas vezes até mesmo por conta do curso de relatividade, conheci o interferômetro de Mach-Zehnder pelas discussões do curso de Mecânica Quântica, mas que eu tivesse manipulado ele mesmo... Estranho o que vou falar, mas teoricamente a gente estuda aquilo é uma coisa, mas quando você vai colocar a mão na prática mesmo tem um monte de outros elementos que acabam se agregando ali e eu me senti como o próprio aluno ali... Eu lembro que quando vocês trouxeram aqui até a dificuldade de você posicionar aqui o laser, eu nunca mexi naquilo ali, cara, então eu me coloco na situação do aluno ali também quando eu vou apresentar pra ele e aí eles ficaram com vergonha também, a mesma vergonha que talvez eu tenha tido aqui foi a mesma vergonha que percebi de ficarem meio sem jeito, perguntarem: "Professor, mas onde que coloca isso aqui...?" Eles não tiveram coragem de perguntar, mas entre eles acabaram achando uma

	solução. Isso eu achei bacana. Pra mim agregou demais conhecer o interferômetro real, perceber quais são as dificuldades de produzir aquelas imagens de interferência e levar isso pra sala de aula, então eu que nunca tinha mexido, tinha que mexer antes, treinar em casa, levei pra casa mesmo pra ficar treinando antes e mesmo assim dá dificuldade na sala porque a condição de alinhamento ali é outra se você levou de carro e mexeu qualquer pino ali, mesmo fixo... O didático é mais tranquilinho, mas o que tem as peças todas soltas é complicadíssimo e é um exercício de paciência e cai de novo no problema do tempo porque você não tem tempo ali, tinha hora que dava aflição mesmo de ver os alunos ali e os caras colocam o espelho aqui e ali, você percebe que o espelho tá todo torto...
29	Rafael - O bacana dessa atividade é isso é que o cara vê e sente mesmo como que é o interferômetro na prática, uma coisa é ele ver o desenho na lousa, ver num livro, ler a teoria, isso é uma coisa, agora ele vai lá mexer e aí que é legal ver como é a realidade da coisa. Lembro que eles estavam apavorados e eu falei: Olha, gente vocês não precisam se apavorar com isso não até porque os sujeitos que fizeram essas experiências levaram aí no mínimo dez anos, li que Morley levou dez anos, fez em 1908 depois repetiu e não sei o quê... Na verdade eu queria dizer que a coisa era assim mesmo, demorava e era paciência, acabou o tiro saindo pela culatra porque ele falou assim: Pô, o cara demorou dez anos e você quer que a gente faça em meia hora?
30	Júlio - Você arrumou uma desculpa pra ele. (risos)
31	Paulo - Essa é ótima!
32	Rafael - O cara não tinha o laser que vocês têm, não tem o espelhinho, então vocês já sabem o resultado, já sabe o caminho...
33	Júlio - Mas o que é bacana, principalmente nessa atividade...
34	Rafael - A parte legal do curso é essa passagem do abstrato de volta pro concreto, geralmente vai do concreto pro abstrato.
35	Júlio - O que eu acho mais fantástico nessa atividade é assim: Você mostra a figura lá pra ele, né? Então eles fazem no simulador e veem lá. Eu falei: Pessoal, vai aparecer uma figura parecida com essa. Eles não conseguiam e aí eu falei: E aí o legal... Porque o cara fica bravo: Mas professor lá tá aparecendo e porque aqui não aparece? Falei: Então, vocês têm que resolver esse problema. Eu percebo que teoricamente é um momento complicado esse da atividade porque ou o aluno desiste, ele fala: Não to conseguindo nada até agora e acho que não vou conseguir mais. Mas o que percebi no geral é que o cara não desiste, ele vai até a última, mesmo que eu fale: Pessoal deu o tempo, vamos rodar. A gente pode depois tentar voltar aí? Meu, um monte de gente que não conseguia ou não ficava da maneira como eles esperavam: Ah, professor, a gente quer voltar lá! Isso eu achei legal, mesmo que a atividade seja uma atividade dura, no sentido de que não é trivial você chegar num resultado, mas era uma atividade que teria tudo para o cara desistir e eles não desistem, eles querem fazer a atividade para ir até o final, eles querem fazer aparecer a figura lá.
36	Rafael - É legal fazer um paralelo com o interferômetro que é simulado, né? Você vê que o interferômetro real envolve mais os caras quando eles estão manipulando do que o simulador, você vê que a tendência deles na sala de informática é dispersar, mexem lá um pouco... Agora os outros eles ficam eles ficam se batendo, claramente eles ficam lá se batendo porque é uma coisa mais concreta.
37	Júlio - E tem competição, as meninas falaram: O grupo de vocês conseguiu fazer quantos? Mas é uma competição saudável. A gente conseguiu fazer esse e deu resultado... Ah, vocês nem chegaram em tal... Mas não é no sentido depreciativo. A partir das condições que tínhamos conseguimos resolver o problema.
38	Rafael - Nesse caso dos experimentos com o interferômetro eu tive que optar, no caso fiquei mais no laboratório porque eu achei que era mais importante e percebi que eles se envolviam mais, até porque achei que na sala de informática tendo explicado o que era pra fazer eles iriam de forma autônoma, então na filmagem eu quase não apareço na sala de informática na parte do interferômetro.
39	Júlio - Eu já não fiz...
40	Rafael - Agora eu queria falar uma coisa que o Júlio falou do conteúdo... Eu acho que o conteúdo é muito relativo, eu não gosto de arriscar muito e dizer: Ah, a gente não pode falar isso porque o cara não entende o conteúdo. Eu lembro que uma vez apliquei esse curso no ensino médio numa escola perto de Pirituba e rolou alguma coisa, pro primeiro ano, agora estamos com o terceiro, então, por

	<p>exemplo, se você fala em onda e leva a mola, leva uma molinha pra falar de partícula, isso ajuda muito, o cara não é totalmente raso, mesmo lá da periferia que tem esses problemas que a gente fala que não tem muito... Ele tem uma noção de onda, pode ser bem informal, mas dá pra ele entender legal, então se você... E acho que tem uma aula aí em que é sugerido isso que a gente retome e fale dos principais fenômenos de uma onda e tem até o Power Point, eu acho que dá e não arriscaria dizer que é pré requisito não, fico sempre meio assim pra pré requisito, fico com o pé atrás porque às vezes eu vejo muito as pessoas falarem: Eu não faço isso porque não tenho pré requisito... E os caras não se arriscam. Eu acho que dá.</p>
41	<p>Júlio - O pré-requisito que eu falei, Rafael, no sentido de que tem coisa que ele tem que dominar minimamente porque não dá pra você avançar, por exemplo, como é que você vai fazer discussão de relação na frequência energia no efeito fotoelétrico se o cara não tem conhecimento mínimo da equação fundamental da ondulatória, então relacionar comprimento de onda, frequência, velocidade da luz, então é o tipo de coisa que ele precisa de pré requisito mesmo, não dá pra fazer...</p>
42	<p>Rafael - Isso pode ser uma ideia quantitativa quando você chacoalha a mola slinky lá, dá pra ele ter uma ideia de energia da onda.</p>
43	<p>Júlio - Mas aquela parte lá não é qualitativa é quantitativa.</p>
44	<p>Rafael - Então? Mas dá pra ele ter essa ideia porque para a finalidade que a gente queria que é mostrar a natureza da luz e discutir as interpretações eu acho que até dá, tanto que não é tão matematizado na última parte lá.</p>
45	<p>Júlio - Mas eu acho que do jeito que estava ali, raciocinando hoje, aquelas questões finais que tem no texto do efeito fotoelétrico que são de contas, eu concordo com aquela fala do Robillota total, não tem saída, tem hora que você tem que usar a matemática também. A matemática vai te dar uma sustentação ali pra consolidar aquelas discussões que vínhamos fazendo meio qualitativas, eu acho que em uma hora tem que aparecer a parte quantitativa, nessa discussão tem que ter um pouco de quantitativo mesmo, até o exemplo que você deu de fazer as simulações com valores porque parece bobo, mas pra muitos que estão na sala de aula eu acho que quando você começa a fazer esses exemplos, mesmo com valor inteiro: "Ó, é 4 elétrons-volts que ele precisa" Jogou 3 o que acontece? Parece boba a pergunta, mas não é, tem gente que parece que a ficha só cai pra ele quando você começa a fazer esse tipo de comparação mesmo e é quantitativo mesmo, não tem saída, quando você fala assim, não atingiu a energia, aí você vai pra número, são dois patamares diferentes ali que eu acho que acabam se complementando, um tá na fase das palavras ali: Não atingiu a energia. O outro tá na fase da quantitativa é numérico mesmo, você coloca o número lá e ele percebe que não atingiu e não está acontecendo nada. Eu pelo menos entendo desse jeito, é o que enxerguei, caiu a ficha para alguns...</p>
46	<p>Rafael - Quando eu li isso olhei assim: Para o qualitativo a atividade é suficiente e aí quando fui olhar o cálculo que era a quantidade, era só pra ver como a energia no fóton, etc.</p>
47	<p>Júlio - Eu entendo que as duas acabam se complementando porque são diferentes linguagens que você tem na sala de aula. Se o cara não consegue, até mesmo fazendo lá as representações na lousa, os desenhos, eu gosto de ir pra lousa, então em todas as aulas em que ia discutir efeito fotoelétrico eu sempre ia pra lousa, desenhava lá primeiro a luz como onda dando a ideia da continuidade, depois a luz como partícula, as unidades dos fótons dizendo que cada fóton tem uma energia bem definida, eu acho que aquilo ali é uma linguagem que você tem a outra é a parte oral mesmo, tem a outra que é escrita e ainda acho que tem a parte numérica também, outra forma escrita, mas você tá falando em números e eu acho que ajuda a consolidar algumas ideias ali. Pelo menos eu tenho essa impressão de que quando você coloca o aluno de posse de todas essas ferramentas, essas linguagens, em alguma delas ele acaba se encontrando pra consolidar aquela ideia na cabeça dele. Eu acho que ajuda.</p>
48	<p>Rafael - Outra coisa que eu achei legal e que é fundamental é trabalhar bem a atividade da caixa preta que fica bem claro essa questão de modelo, de modelização, pra eles entenderem isso e no caso eu acho que eles entenderam, a grande maioria entendeu pelo o que eles escreveram de que os cientistas trabalham pela onda de modelos, etc. É legal porque inclusive na aula de sistematização que já é seis aulas depois você vai ver que muitos perguntam: Afinal de contas o que tinha naquela caixa?</p>
49	<p>Júlio - Eles continuam perguntando, você vai dar a última aula eles continuam perguntando: Professor, o senhor é um safado, cretino, o senhor fica enrolando a gente e não mostrou, toda aula a gente pergunta da caixa e o senhor não abre a caixa pra gente. É verdade, essas atividades que são mais lúdicas, mais investigativas e que o cara coloca mais a mão na massa mesmo, meu, o cara não</p>

	esquece, ele pode estar lá na última aula e ainda fica lembrando das coisas que fez anteriormente.
50	Rafael - Nessa aula o que eu achei legal é que foram umas meninas demonstrar e falaram assim: Aqui dentro deve ter um quadrado ou triângulo. Na verdade não é quadrado, nem triângulo, talvez tivessem se referindo a um cubo, um paralelepípedo ou um prisma. Por que elas falavam isso? Falavam assim: Quando a gente vira aqui ele bate aqui e tem um som e dá pra ver que é uma coisa que encaixa, se é uma coisa se encaixa então ele tem que ter os três lados aqui, tem que ter um vértice porque pelo som que ele bate é um som de encaixe. É legal ver que estão usando conceitos: Se, então, por quê. Se for um quadrado, ele vai bater aqui. Como o som – aí entra bem naquele do Toulmin – como o som é um som de encaixe, portanto, posso concluir que deve ser um triângulo... Só que elas usam o nome triângulo ou quadrado, mas subtende-se que era uma figura de três dimensões. Isso é bacana. Isso é fruto da atividade.
51	Paulo - Mas eu mostro pra eles no final do ano a caixa, vazia.
52	Júlio -Eu mostrei, mas não foi a caixa deles.
53	Paulo - Mostra a deles. Mostra uma caixa só que sem nada dentro. E o mecanismo? É aquele que a gente discutiu na aula.
54	Júlio -Eles falaram assim: Professor, essa caixa aí do senhor não vale.
55	Rafael - Aproveitando o mote pra isso aí pra essa discussão a gente falou: Os astrônomos não vão às estrelas, não vão ao Sol, no entanto eles conhecem o que tem lá, afirmam que lá tem Hidrogênio, como eles sabem? Trabalhando da mesma maneira que você trabalhou aí na questão da caixa. É isso que vocês devem perceber, então o que tem ali na caixa é aquilo que você construiu lá.
56	Paulo - Portanto se tiver válida a sua construção é isso mesmo que tem, então mostra...
57	Rafael - Isso que é a ciência.
58	Júlio - E aparece isso naquele último questionário que a gente tem aquela perguntinha lá, né? Por que você acha que têm tantas interpretações? Eu acho muito bacana porque tem muita gente que acaba até remetendo: Ah, porque pra efeito fotoelétrico a gente pensava desse jeito e a gente via que não era totalmente coerente tal modelo, então a gente teve que usar outro modelo. Ah, o cientista faz isso o tempo inteiro, então ele fica buscando qual é a teoria ou qual é o modelo mais adequado pra determinada situação. Eu percebi que eles colocaram assim: Por que existem tantas interpretações? Muita gente colocou isso: Porque o cientista está procurando sempre alguma que seja mais adequada pra aquele problema que ele tá tentando resolver. Têm várias respostas que estão indo meio que nessa direção. Outros colocaram de maneira mais curta: Porque não tem só uma maneira de você explicar a natureza, então visões diferentes, maneiras diferentes de você explicar a natureza. O cara começa a enxergar essas muitas maneiras que você tem de olhar a natureza, dependendo do olhar...
59	Paulo - Não tem uma verdade.
60	Júlio - Não tem uma verdade. E o que eu percebi quanto a esse último questionário, o que deu um pouco mais de trabalho pra eles, primeiro foi a tabela porque essa tabela é demorada pra fazerem, até eles entenderem direitinho, na verdade eles queriam que eu dissesse o que eu queria que aparecesse em cada linha, eles é que tinham que interpretar e no julgamento deles perceber o que se encaixaria melhor ali. E o que dá pau maior é a última pergunta porque é a pergunta...
61	Paulo - Foi a que deu entre a gente mesmo, né? Mesmo a gente teve várias interpretações para o que estava querendo buscar.
62	Júlio -Eu hoje no julgamento dessa questão consegui enxergar ali com muito custo de uma maneira que eu consigo tentar relacionar com as interpretações, agora o que muitos alunos me falam é: Professor, eu não tenho palavras, me faltam palavras pra poder relacionar isso com isso daqui. Teve muita gente que falou: Professor eu não consegui enxergar isso dentro disso. Aí eu falei: Olha com mais atenção. Aí ele perguntava uma, duas... Meu, quantas e quantas vezes eu fui lá? Na verdade o que ele queria é que em algum momento eu desse a resposta pra ele e aí ele acaba se desanimando e não pergunta mais porque eu não dou a resposta.
63	Paulo - Mas escreve?
64	Júlio - Escreve! Eles acabaram e mesmo quem tentava devolver sem ter respondido eu falei assim: Se esforça um pouquinho mais, tenta lá... E eu frisei bem: Gostaria que vocês que vocês tentassem

	olhar com muita atenção a última, mas talvez a questão que mais seja importante aqui do questionário, embora todas sejam importantes, é a 3 porque é a que você vai tentar colocar mesmo no papel com a máxima sinceridade de todas essas interpretações qual é a que te convence mais e aí você tem que tentar me convencer também porque você acha que é essa. Eu lembro que nessa última aula eu pedi pra eles levantarem até a mão, falei assim: Na boa pessoal, sem medo, quem gosta pela apresentação que a gente fez aqui, quem acha que a explicação ondulatória é a melhor? Os caras levantavam as mãos tranquilos. A única que eu percebi que eles não gostaram mesmo foi a da corpuscular.
65	Rafael - Vou dizer uma coisa pra você sem demagogia, o que eu gostei de participar do trabalho porque ele me deixou algumas indicações que são o seguinte: É possível fazer uma aula legal na escola, é possível melhorar o entendimento deles sobre ciências, alfabetizar ao trabalhar com textos, escrever, evidente que tem que resolver alguns problemas como a gente falou, o calendário, o problema de a escola estar aparelhada, isso são condições que a gente tem mesmo que minimamente garantir, mas é legal que o trabalho mostra que isso é factível, é possível, você tendo minimamente as condições você faz.
66	Júlio - Mesmo que você não tenha condições se vira...
67	Paulo - O mais difícil é o interferômetro.
68	Rafael - Tem o exemplo de uns caras numa classe aí que todo mundo reclama dos caras e não sei o quê... Eu também não me sinto à vontade quando falo essas coisas porque como se tivesse: Ah, to fazendo uma sequência que resolveu o problema. Não resolveu, mas esses caras se você vê eles trabalhando, tanto com o interferômetro, quanto na discussão das interpretações... Quando eu mostrei o filme: Olha os caras! É? São os caras que trabalham na escola, os caras que vêm aí a arrebetam com a escola, são eles que estão...
69	Paulo - É esse aspecto: Não vai solucionar, mas quando você mostra e dá uma atividade vai trazê-los, pelo menos, pra participação, vai motivá-los a estudar.
70	Júlio - Eu acho que vai além disso. Sabe por que eu acho que talvez a coisa role bem? É porque de alguma maneira a gente consegue fazer com que os alunos enxerguem que aquilo ali tem algo sério por traz. Eu vejo um monte de gente falar assim: Eu tento entrar na sala de aula, mas a coisa não acontece. Várias vezes nós dávamos cursos aqui para os professores e diziam: Mas como é que vou fazer isso em sala de aula se eu não consigo dar de... Sei lá... Processo de eletrização. Nem o Candinho conseguiu discutir com eles, como vou conseguir discutir interferômetro na sala de aula? Fazer o cara ter atenção? Parar pra ouvir? Esse que é o grande problema, aliás, às vezes eles não te deixam nem falar. Aqui a nossa briga era ao contrário porque às vezes você queria que eles falassem e eles não estavam falando, né? O que eu percebi é que de algum jeito e com certo traquejo – e acho que vai muito além disso – a gente conseguiu vender pros alunos que a gente tinha um trabalho sério, de você dispende de um monte de trabalho e tempo pra que a coisa funcionasse, levar atividade pra eles, tirar eles só da sala de aula e irem para outros ambientes também de aprendizagem, fazer com que eles falassem e participassem, se envolvessem mais, então de alguma maneira o que eu percebi com as aulas é que a gente conseguia promover isso. Primeiro mostrar que o trabalho era sério e que tinha começo, meio e fim, que a participação deles era essencial. Eu poderia ditar o ritmo, mas sem a participação deles a coisa não ia rolar e aí ia continuar uma aula como qualquer outra. Eu acho que em alguns momentos não tem saída e a aula foi expositiva mesmo porque precisava fazer essa parte, mas se a gente olhar a sequência das aulas têm muitos e muitos momentos que não têm nada a ver com o esquema de uma aula tradicional. Têm discussões boas que apareceram, tem o aluno trabalhando, discutindo, o aluno triste porque não deu certo e aí ele não desistiu, foi o que eu tinha dito que ele teria tudo pra desistir, mas não desiste e vai até o final. Vejo que tem um monte de aspectos bons, algumas coisas precisam ser corrigidas em termos de tempo ou até, sei lá, texto, a gente acrescentar alguma coisa, né? Outros exemplos pra facilitar a simulação. A sequência dessa maneira como foi trabalhada – e eu nunca tinha trabalhado eu achei interessante – achei uma proposta boa, agora que o professor precisa se preparar antes, ter uma predisposição e perceber que vai doar muito do tempo dele em ir se preparando, vai ter que enfrentar todas aquelas condições de contorno da sala de aula, vai chegar e não vai ter sala de vídeo preparada, não vai ter monitor na sala de informática, vai ter que subir e armar data show na sala pra depois desarmar tudo.
71	Rafael - Tem que negociar, por exemplo, lá na sala de informática não sei por que cargas d'água funciona só até a primeira aula, 19:40, aí eles tem um horário pra obedecer e fecham.

72	Paulo - Não são aqueles...
73	Júlio - São alunos.
74	Paulo - Exatamente os alunos que têm o Acesso SP, então eles têm uma carga de horário e como eles vão atender o período da tarde...
75	Rafael - Aí a gente teve que negociar com eles e foram solícitos, ficaram lá até depois do horário, a diretoria consentiu, tem que assinar uns papéis... Tudo isso são obstáculos, mas a gente vai lá e o que dá pra resolver de obstáculo a gente resolve. É possível fazer sim.
76	Júlio - Tem que estar disposto.
77	Rafael - E é por isso que eu fiz questão de fazer um resumo pra esse trabalho, inclusive a diretora pediu pra colocar no site da escola e pra apresentar no horário coletivo. Às vezes é meio chato fazer porque tem colega que acha que você tá fazendo isso pra puxar o saco, vaidade... Não é! Pra gente tentar mostrar que dá pra fazer alguma coisa.
78	Júlio - No meu colégio tem página e já tem o trabalho acontecendo.
79	Paulo - Isso é bacana. Por falar nisso, se vocês tiverem podia passar porque talvez sirva pra alguns deles lá do grupo... Mandar pra análise de como interpretaram porque tem a visão de vocês do projeto, entendeu? Não pra ser outra pessoa pra fazer igual, mas pra analisar porque aí está sendo assim: O resumo que vocês fizeram pra postar no site da escola ou pra fazer o relatório dá um pouco da visão de vocês do dia a dia do trabalho do que foi feito em torno das expectativas e aí serve pra gente como parâmetro. Se vocês puderem...
80	Rafael - E eu usei esse próprio trabalho como trabalho do Redefor.
81	Paulo -Bacana! Vai dando frutos isso também.
82	Rafael - E os caras gostaram, viu? Pelo o que eles escreveram...
83	Paulo -Vocês têm algo mais a declarar?
84	Júlio - Acho que foi tranquilo. Tranquilo assim dentro da medida do possível, teve momento que a gente acabou se estressando aqui, mas foi tudo o que tinha que acontecer na parte didática porque a coisa ia acontecer assim mesmo que eu acho que é normal, acho que conflito sempre vai ter quando você for dar uma sequência dessa, não é uma coisa trivial de fazer, acredito que se a gente pegasse vários professores e pedíssemos pra aplicar isso eu diria que vários iriam ficar com pé atrás porque não são conteúdos comuns de trabalhar em sala de aula, exige uma preparação da parte do professor muito grande e disposição também pra trabalhar, mas para mim acho que trouxe muito mais coisas pra agregar do que pra não agregar.
85	Rafael - O negócio é o seguinte: Quando a gente quer ir pra uma escola, eu sou um cara que as vezes reclama, das coisas, né, mas aí a gente precisa ter um pouco de moral, porque você vai lá e faz alguma coisa, então não é só chorar também, reclamar, reclamar e... Mas aí você mostra que é possível fazer alguma coisa, por isso é legal a diretora lá que dá todo apoio, data show, informática, fez os caras da informática ficarem, eu precisei de uma aula de outro professor, troca o horário, então é uma coisa que a gente vai criando, a gente foi criando isso com outros colegas também, colegas bons lá de filosofia, pessoal que me ajudou, bem engajados...
86	Júlio -Outra coisa que eu percebi é que outras salas que não têm isso acabam percebendo e perguntam: Por que tal sala grava e a nossa não?
87	Rafael - Isso aconteceu também.
88	Júlio - Por que o 3ºB tá gravando? O 3ºB era uma turma que eu dava as duas últimas aulas, o 3ºC era a turma das duas primeiras aulas e é uma turma que é a primeira vez que to dando aula pra eles, então eu acho que não era uma turma que pelo andar das coisas, não que não fosse dar certo com eles, mas eu me sentia muito mais à vontade de aplicar no 3ºB e no 3ºA porque eram turmas que dei aula por três anos, então eu dei a parte de onda pra eles, dei um pouco da parte de luz no segundo ano e essa turma do 3ºC é uma turma que não fui eu quem deu aula, então talvez até pelo próprio tempo que a gente tem pra aplicar o curso tivesse que ter um desgaste a mais com eles em termos de preparação, não sei, foi uma opção minha de não usar o 3ºC e usar o 3ºB por acreditar mais no trabalho que já vinha fazendo.

89	Paulo - Você já conhecia a turma, né?
90	Júlio - Já conhecia a turma, mas eu acho que igual o Rafael comentou, se eu tivesse feito com o 3ºC, talvez pudessem aparecer outros resultados até melhores, mas por opção minha preferi trabalhar com turmas que eu já conhecia mais tempo.
91	Paulo - Na verdade é assim: Eu queria agradecer demais vocês dois, também ao João que não está presente, porque colocamos pra vocês na verdade dois problemas, era uma sequência diferente do que a gente está acostumado a trabalhar em sala de aula, então já tinha um complicador aí, tirar vocês da zona de conforto, tirar vocês do planejamento que já tem pra dar a sequência, da área de conforto mesmo do planejamento das aulas e mais o empenho, essa motivação que vocês tiveram. Eu também acho, quando você falou assim: Têm alguns momentos aqui que a gente causa um estranhamento. Mas esse estranhamento é motivador pra que o negócio funcione, pra gente trocar ideias, mostrar: Eu penso dessa forma, o Rafael de outra... A gente vai divergindo pra tentar chegar num entendimento de como vamos aplicar isso da melhor forma possível. Da minha parte, em particular, tenho muito a agradecer a vocês pela colaboração, não só pelo meu trabalho de pesquisa, mas todo o LAPEF, nós já somos oito que vão usar esse material, então vai possibilitar a gente entender um pouco mais, não especificamente de Física Moderna... Ah, e esse é um segundo ponto, um foi tirar da área de conforto a outra é a gente introduzir um tema que habitualmente a gente não trabalha em sala de aula, nós aqui trabalhamos de vez em quando porque a gente participa do grupo e aí...
92	Júlio - A gente já agregou a nossa prática.
93	Paulo - Isso faz parte do nosso planejamento, mas não é um planejamento trivial que a gente tem da Secretaria da Educação, das escolas normalmente, sejam públicas ou privadas, então demandou um esforço maior pra poder mexer com isso e aí talvez isso explique o fato de você escolher uma sala em particular porque você não teria um terceiro fator, vou mexer com uma sequência que não é do nosso hábito, um assunto que normalmente não faz parte do planejamento e com uma turma que eu desconheço... Seriam muitas variáveis pra você estar ao mesmo tempo operando.
94	Rafael - Mesmo dentro da turma a gente teve que optar pra escolher qual era a turma que ia ser...
95	Paulo - Que a gente ia ter uma sequência e ali por conta da evasão e tal... E vai contribuir bastante, então reforçando mais uma vez o agradecimento porque a gente acredita, não só na sequência, claro que a gente acredita nela, vem trabalhando nela desde 2007, mas que a gente pode trabalhar com a matemática e que a gente pode, por exemplo, assim: Primeiro, trabalho com investigação, segundo, sai da mesmice das aulas de física que a gente está acostumado de resolução de exercício e fica escrevendo na lousa e tal, então quer dizer que ela pode ser mais interativa e a gente promover o aprendizado dos alunos. Então é isso gente.
96	Júlio - A única coisa que eu percebo assim e que eu acho que é uma coisa valiosa e infelizmente não tem na escola, eu tenho dito isso bastante aqui e em todos os lugares que tenho contato, apresentação de trabalhos e até mesmo para os cursos que temos dado aqui: Infelizmente o professor no colégio onde trabalha é um ser isolado. Esse momento rico que a gente tem aqui de discutir, trocar ideias... Ah, Rafael, o interferômetro aconteceu isso, aquilo. A gente falava até pelo telefone, né? O professor na escola não tem com quem conversar esse tipo de coisa, então qualquer problema que tiver quanto a minha prática o único lugar que encontro pra discutir é aqui e eu acho que é por isso que talvez desde que eu tenha me formado nunca tenha saído daqui da universidade porque é o único lugar onde você encontra outros professores de Física que tenham preocupações semelhantes.
97	Paulo - Normalmente o professor de Física é único no seu horário.
98	Júlio - No meu horário sou o único professor de Física mesmo que trabalha nos terceiros anos, mas não tem outra pessoa que eu possa conversar que tenha o mesmo problema que eu estou passando, então o único lugar que a gente encontra é aqui mesmo, aqui a gente tenta expor nossas angústias e dificuldades e tenta acabar se ajudando, né? O Rafael me ajudou bastante, o João, conversando, as nossas reuniões aqui ajudaram a elucidar um monte de coisas, mas acontecem aqui porque no colégio cara, infelizmente, é uma coisa que me entristece...
99	Rafael - ... quase três anos com essa mesma turma, muda muito pouco, tem um ou outro OFA... E aí que a gente conseguiu, espero que continue no ano que vem, mas nesse segundo semestre agora a gente conseguiu um horário – essa é uma barreira que era muito difícil – cada professor se prontifica,

	<p>não é obrigado, mas pode escolher e ele escolhe um tema dentro da área dele e apresenta pra turma no horário estabelecido, como a gente faz aqui nos grupos da faculdade, a mesma coisa a gente fez lá, então, por exemplo, o professor de matemática é um cara que tá fazendo mestrado na PUC, um cara jovem, bastante ativo, o mestrado dele é na área de Super LOGO, são histórias super legais de aprendizagem, o aluno tem que dar comandos pra fazer as figuras, não é que ele clica lá e sai o quadrado, ele tem que dar o comando pra qual tamanho, quantos graus tem que virar, é bem legal esse programa porque o aluno tem que entender o processo, então ele deu um treinamento pra gente e foi muito produtivo, eu falei sobre um texto que a gente até discutiu no nosso curso que é aquele “Mudança Conceitual” do Mortimer, uma professora que dá aula de ciências que fala sobre a ferrugem e alguma professora de matemática falou sobre a construção de figuras geométricas...</p>
--	--