

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (UFMG)
FACULDADE DE EDUCAÇÃO (FAE)
MESTRADO PROFISSIONAL EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA

Fabiano Vasconcelos Dias

**CONTRIBUIÇÕES DE DIFERENTES MODALIDADES DE ATIVIDADES
EXPERIMENTAIS AO ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA**

**Belo Horizonte
2018**

Fabiano Vasconcelos Dias

**CONTRIBUIÇÕES DE DIFERENTES MODALIDADES DE ATIVIDADES
EXPERIMENTAIS AO ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação e Docência.

Linha de Pesquisa: Ensino de Ciências

Orientador: Prof. Dr. Juarez Melgaço Valadares

Coorientador: Prof. Dr. Luis Gustavo D'Carlos Barbosa

**Belo Horizonte
2018**

D541c
T Dias, Fabiano Vasconcelos, 1986-
Contribuições de diferentes modalidades de atividades experimentais
ao ensino e aprendizagem de física / Fabiano Vasconcelos Dias. - Belo
Horizonte, 2018.
109 f., enc.

Dissertação - (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais,
Faculdade de Educação.
Orientador : Juarez Melgaço Valadares.
Coorientador: Luis Gustavo D' Carlos Barbosa.
Bibliografia : f. 65-67.
Anexos: f. 68-73.
Apêndices: f. 74-109.

1. Educação -- Teses. 2. Física -- Estudo e ensino -- Teses. 3. Física --
Laboratórios -- Teses. 4. Física -- Métodos experimentais -- Teses. 5. Física --
Métodos de ensino -- Teses. 6. Professores de física -- Formação -- Teses.
I. Título. II. Valadares, Juarez Melgaço, 1961-. III. Barbosa, Luis
Gustavo D' Carlos, 1982-. IV. Universidade Federal de Minas Gerais,
Faculdade de Educação.

CDD- 530

Catálogo da Fonte : Biblioteca da FaE/UFMG



FOLHA DE APROVAÇÃO

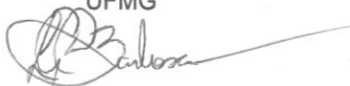
CONTRIBUIÇÕES DE DIFERENTES MODALIDADES DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS AO ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA

FABIANO VASCONCELOS DIAS

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA/MP, como requisito para obtenção do grau de Mestre em EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA, área de concentração ENSINO E APRENDIZAGEM.

Aprovada em 26 de fevereiro de 2018, pela banca constituída pelos membros:


Prof(a). Juarez Melgaco Valadares - Orientador
UFMG


Prof(a). Luis Gustavo D Carlos Barbosa
UFMG


Prof(a). ELIANE FERREIRA DE SÁ
UEMG


Prof(a). Fernando César Silva
UFMG

Belo Horizonte, 26 de fevereiro de 2018.

DEDICATÓRIA

Ao meu pai, Paulo, por ser espelho de caráter,
docilidade e bondade.

À minha mãe, Elizeth, pelo exemplo de força,
sabedoria e ética.

À minha irmã, Fernanda, pela amizade, carinho
e confiança.

Obrigado por fazerem parte da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço

Ao meu orientador Juarez Melgaço Valadares, pelos ensinamentos, discussões, ideias e inúmeras contribuições feitas a este trabalho;

Ao meu coorientador Luis Gustavo D' Carlos Barbosa, pelas colaborações, direcionamento, paciência e disposição;

À minha companheira, Nayra Lucas Paoli, por me motivar, pela parceria, apoio e compreensão da minha ausência nos momentos de estudo;

Aos meus primos, Rafael Vasconcelos e Marcelo Vasconcelos, pelo suporte nos momentos mais difíceis;

Ao meu amigo e cunhado Gustavo Campos, pelas ideias de pesquisa e traduções técnicas;

A toda a minha família, por acreditar em mim;

Aos professores Eliane Ferreira de Sá e Célio da Silveira Júnior, pelas enormes contribuições a este trabalho, na minha qualificação;

A todos os meus alunos, que me ensinam mais a cada dia;

Enfim, àqueles que direta ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho.

Obrigado!

“É possível que a educação se torne cada vez melhor e que cada geração dê um passo a mais, em direção ao aperfeiçoamento da humanidade; porque é no âmago da educação que se encontra o grande segredo da perfeição da natureza humana.”

Immanuel Kant

RESUMO

Este trabalho apresenta as interações discursivas que ocorreram entre alunos, e destes com o professor, em decorrência da aplicação de atividades experimentais formatadas por três abordagens diferentes: Laboratório Físico em pequenos grupos; Laboratório Virtual em dupla e Demonstração Experimental Dialogada – avaliadas no que diz respeito ao papel do professor, ao grau de direcionamento, às práticas epistêmicas incentivadas e às contribuições formativas para o ensino e aprendizagem de Física dos educandos. As atividades foram desenvolvidas e aplicadas em uma turma do 2º ano do ensino médio de uma escola da rede privada. A análise das interações foi realizada por meio das categorias enquadradas como práticas epistêmicas e suas instâncias sociais – Produção, Comunicação e Avaliação (KELLY, 2008; SASSERON e DUSCHL, 2016; SANDOVAL, 2004; SILVA, 2015). Verificamos que o uso das atividades com diferentes enfoques e finalidades gerou uma maior gama de possibilidades que enriqueceram o momento de aprendizagem dos alunos. Também pudemos perceber a incidência das diversas contribuições aos educandos, apresentadas por Oliveira (2010) no transcorrer das três abordagens de atividades experimentais realizadas, que foram então, sintetizadas em um quadro comparativo neste trabalho. Acreditamos que a principal contribuição deste trabalho é a possibilidade de utilizar e avaliar as atividades experimentais em contexto de sala de aula e, a partir dessa avaliação, incentivar mudanças na prática docente, pelo uso das diversas modalidades no cotidiano da sala de aula.

Palavras chave: atividades experimentais, práticas epistêmicas, formação docente

ABSTRACT

The present study shows the discursive interactions that occurred between students, and between those and the teacher, after applying experimental activities with three different approaches: Physical Laboratory in small groups; Virtual Laboratory in double and Dialogued Experimental Demonstration. evaluated with regard to the role of the teacher, the degree of direction, the encouraged epistemic practices and the formative contributions to the teaching and learning of physics of the students. The activities were developed and applied to a second grade class of a private high school. The interaction analyzes was made by categories defined as the epistemic practices and its social instances - Producing, Communicating and Evaluating knowledge (KELLY, 2008; SASSERON and DUSCHL, 2016; SANDOVAL, 2004; SILVA, 2015). We verified that the use of activities with different approaches and purposes generated a greater range of possibilities that enriched the students' learning momentum. We could also see the incidence of the various contributions to learners, presented by Oliveira (2010) during the three approaches to experimental activities that were then synthesized in a comparative framework in this study. We believe that the major contribution of this work is the possibility of use and evaluation of experimental activities in the classroom context, and then, encourage changes in teaching practice by using diverse modalities in the classroom routine.

Key words: experimental activities, epistemic practices, Teacher education

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	11
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1.	Atividades experimentais, seus graus de direcionamento e objetivos.....	13
2.2.	Atividades experimentais e as práticas epistêmicas na construção do conhecimento científico em sala de aula	15
2.3.	Atividades experimentais e suas possíveis finalidades e contribuições aos educandos	17
3.	OBJETIVOS	23
3.1.	Objetivo geral.....	23
3.2.	Objetivos específicos	23
4.	METODOLOGIA.....	24
4.1.	Riscos	24
4.2.	Sujeitos e contextos	25
4.3.	Das atividades.....	26
4.3.1.	<i>Primeira atividade - Laboratório Físico em pequenos grupos</i>	<i>26</i>
4.3.2.	<i>Segunda atividade - Laboratório Virtual em dupla.....</i>	<i>27</i>
4.3.3.	<i>Terceira atividade - Demonstração Experimental Dialogada</i>	<i>28</i>
5.	ANÁLISE DOS DADOS	30
5.1.	Atividade no Laboratório Físico.....	30
5.1.1.	<i>Episódio I: Interações responsivas à parte discursiva.....</i>	<i>30</i>
5.1.2.	<i>Episódio II: Interações responsivas à parte prática</i>	<i>35</i>
5.1.3.	<i>Episódio III: Interações responsivas à parte interpretativa.....</i>	<i>38</i>
5.2.	Atividade no Laboratório Virtual	39
5.2.1.	<i>Episódio I: Interações responsivas à parte exploratória</i>	<i>39</i>
5.2.2.	<i>Episódio II: Interações responsivas à parte interpretativa.....</i>	<i>46</i>
5.3.	Atividade de Demonstração Experimental Dialogada	49
6.	SÍNTESE	59
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	63
8.	REFERÊNCIAS.....	65
	ANEXO 1: Autorização da escola para realização da pesquisa	68
	ANEXO 2: Termo de assentimento livre e esclarecido do menor (TALE).....	70
	ANEXO 3: Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).....	72
	APÊNDICE 1: Primeira atividade – Laboratório físico	74
	APÊNDICE 2: Primeira atividade – Atividade extra	76
	APÊNDICE 3: Segunda atividade – Laboratório virtual.....	78

1. INTRODUÇÃO

Por mais que as contribuições anteriores sejam fundamentais dentro de uma concepção de ensino e aprendizagem de qualidade, para uma grande parte dos alunos estudar, frequentar as aulas, fazer as lições constituem tarefas árduas, pior ainda, maçantes, e muitos só o fazem porque são obrigados, devido à pressão da família, da sociedade ou para obter um certificado, na tentativa de garantir um futuro profissional. (LABURÚ, 2006, p. 383).

É notável a existência nos dias de hoje, de uma grande dificuldade ou até mesmo aversão de estudantes pelo estudo da Física. E também uma grande dificuldade por parte dos professores em lidar com esse cenário, e desenvolver atividades e estratégias didáticas que envolva os alunos e forneça novos significados aos conteúdos e temas em sala de aula. É preciso relacionar a Física com o cotidiano dos alunos, torná-la menos estranha e mais significativa para eles.

As atividades experimentais surgem como boas candidatas para tornar essas dificuldades menores e ampliar a construção do conhecimento, por ter um potencial cativante, por gerar um ambiente lúdico de descontração aliviando as pressões existentes sobre os alunos, podendo tornar a obtenção de conhecimento mais natural e prazerosa, entre outras várias contribuições que serão exploradas neste trabalho.

Pesquisadores têm apontado, na literatura nacional recente, a importância das atividades experimentais na aprendizagem. Como citam Araújo e Abib (2003):

O uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar física de modo significativo e consistente. (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 176).

Quando muito, o laboratório de ciências é usado de maneira tradicional, com a intenção de comprovar leis científicas já estabelecidas, ilustrar conceitos aprendidos nas aulas teóricas ou para ensinar técnicas de medida e utilização de instrumentos específicos. Há méritos para esse tipo de abordagem, porém sérios pontos negativos, como o fato dessas atividades não estarem efetivamente relacionadas a conceitos físicos, muitas delas serem irrelevantes ou sem significado para os alunos, sendo percebida por eles como eventos isolados que objetivam a chegada à uma “resposta certa” (BORGES, 2002). Esse é outro sério problema do uso tradicional do laboratório, pois

o estudante logo percebe que sua 'experiência' deve produzir o resultado previsto pela teoria, ou que alguma regularidade deve ser encontrada. Quando ele não obtém a resposta esperada, fica desconcertado com seu erro, mas, se percebe que o 'erro' pode afetar suas notas, ele intencionalmente 'corrige' suas observações e dados para obter a 'resposta correta', e as atividades experimentais passam a ter o caráter de um jogo viciado. (BORGES, 2002, p.299).

Fica urgente a necessidade de se repensar as atividades práticas de ciência na escola, bem como o modo como são implementadas por professores atualmente, e arquitetar formas de como agir e reagir ao problema. Nesse sentido, “descartar a possibilidade de que os laboratórios têm um papel importante no ensino de ciências significa destituir o conhecimento científico de seu contexto, reduzindo-o a um sistema abstrato de definições, leis e fórmulas”. (BORGES, 2002, p. 298).

Propomos o uso de atividades experimentais para o ensino e aprendizagem de Física, não como a saída para uma educação de qualidade, mas sim como uma ferramenta de grande potencial e auxílio à educação, que pode ser melhor explorada por professores, tornando-se mais acessível e mais utilizada no cotidiano escolar. Neste trabalho foram desenvolvidas atividades experimentais cujas abordagens foram diferenciadas entre si, e, dessa forma, cada uma delas levando a interações discursivas específicas em sala de aula. Quais as potencialidades e limitações de cada abordagem experimental para a construção das práticas epistêmicas em sala de aula? Qual o papel do professor na condução de cada abordagem?

Acreditamos que a principal contribuição deste trabalho é a possibilidade de utilizar e avaliar as atividades experimentais em contexto de sala de aula e, a partir dessa avaliação, incentivar mudanças na prática docente, pelo uso das diversas abordagens no cotidiano da sala de aula.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A avaliação das atividades se deu a partir de três campos de categorias: do grau de direcionamento (ARAÚJO e ABIB, 2003), do desenvolvimento de práticas epistêmicas (KELLY, 2008; SASSERON e DUSCHL, 2016; SANDOVAL, 2004; SILVA, 2015) e das possíveis contribuições das atividades experimentais aos educandos. (OLIVEIRA, 2010)

2.1. Atividades experimentais, seus graus de direcionamento e objetivos

Araújo e Abib (2003) analisaram

a produção recente na área de investigações sobre a utilização da experimentação como estratégia de ensino de Física, com o objetivo de possibilitar uma melhor compreensão sobre as diferentes possibilidades e tendências dessas atividades tendo em vista subsidiar o trabalho de professores e pesquisadores do ensino no nível médio. (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 176).

Nesse trabalho, os autores classificaram as atividades experimentais quanto ao “grau de direcionamento das atividades, destacando-se se as atividades apresentam um caráter de Demonstração, Verificação ou Investigação” (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 181)

I) ATIVIDADE DE DEMONSTRAÇÃO

Araújo e Abib indicam que a característica mais marcante dessa modalidade provavelmente “é a possibilidade de ilustrar alguns aspectos dos fenômenos físicos abordados, tornando-os de alguma forma perceptíveis e com possibilidade de propiciar aos estudantes a elaboração de representações concretas referenciadas”. (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 181)

Os autores apontam no estudo feito por eles, ser essa, uma das modalidades mais utilizadas, e encontraram trabalhos que salientam sua importância para ilustrar os fenômenos físicos e torná-los menos abstratos aos alunos. Eles constataram também, que essa modalidade tende a ser desenvolvida por dois métodos distintos denominados de Demonstrações fechadas e Demonstrações/observações Abertas. Nesse sentido,

enquanto as demonstrações fechadas se caracterizam principalmente pela simples ilustração de um determinado fenômeno físico, sendo uma atividade centrada no professor que a realiza, as atividades de demonstração/observação aberta incorporam outros elementos, apresentando uma maior abertura e flexibilidade para

discussões que podem permitir um aprofundamento nos aspectos conceituais e práticos relacionados com os equipamentos, a possibilidade de se levantar hipóteses e o incentivo à reflexão crítica, de modo que a demonstração consistiria em um ponto de partida para a discussão sobre os fenômenos abordados, com possibilidade de exploração mais profunda do tema estudado. (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 176).

Os autores ressaltam que, diferente das atividades de demonstração fechadas, as atividades de demonstração abertas “também podem ser consideradas como uma modalidade de atividade de investigação, desde que a condução dessas atividades permita a participação dos estudantes, manipulando os equipamentos, questionando e elaborando hipóteses” (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 185)

II) ATIVIDADE DE VERIFICAÇÃO

“As atividades de verificação são caracterizadas por uma maneira de se conduzir a atividade experimental na qual se busca a verificação da validade de alguma lei física, ou mesmo de seus limites de validade” (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 183).

Nessa modalidade, Araújo e Abib, destacam a importância que ela traz “pela sua capacidade de facilitar a interpretação dos parâmetros que determinam o comportamento dos sistemas físicos estudados” (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 183). O que segundo os trabalhos estudados por eles, é algo “valioso para tornar o ensino estimulante e a aprendizagem significativa, promovendo uma maior participação dos alunos”. (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 183).

Entre os aspectos proporcionados pela Verificação, os autores apresentam: a possibilidade dessa modalidade promover o desenvolvimento da capacidade de se efetuar generalizações, motivar e tornar o ensino mais realista, no sentido de se evitar erros conceituais como os encontrados no material didático escolar.

III) ATIVIDADES DE INVESTIGAÇÃO

As atividades de investigação apresentam “uma maior flexibilidade metodológica, quando contrastada com as atividades de demonstração e de verificação, embora seja possível, também para estas duas modalidades, o emprego de ações que enriqueçam a sua aplicação prática”. (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 186).

Outros trabalhos apontados por eles, indicam que essa modalidade

pode possibilitar aos alunos o teste de hipóteses, propiciando o desenvolvimento da capacidade de observação, de descrição de fenômenos e até mesmo de reelaboração de explicações causais, aspectos que contribuiriam para facilitar a reflexão e, conseqüentemente, o progresso intelectual dos estudantes. [...] a participação dos professores é fundamental para auxiliar e estimular os alunos na busca das explicações causais, através das quais alcança-se um novo patamar no aprendizado dos conceitos abordados. (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 184).

2.2. Atividades experimentais e as práticas epistêmicas na construção do conhecimento científico em sala de aula

“O conceito de práticas epistêmicas, segundo uma perspectiva sociocultural de educação, ressalta o papel de uma comunidade de prática qualquer na decisão sobre o que pode ser considerado conhecimento relevante e as formas adequadas de construí-lo.” (SILVA, 2015, p. 69). As práticas epistêmicas qualificam a atividade científica como prática social onde o ensino de ciências deve favorecer nos alunos uma percepção acerca da natureza do conhecimento científico. Considerando que o processo de construção de significados, em que ocorre a internalização de ideias, deriva das interações entre professor e alunos, as práticas epistêmicas são definidas como práticas envolvidas na produção, comunicação e avaliação do conhecimento. (KELLY, 2008; SASSERON e DUSCHL, 2016; SANDOVAL, 2004; SILVA, 2015)

Como defendem Sasseron e Duschl (2016):

defendemos a importância de que o ensino de ciências ocorra por meio do desenvolvimento de práticas epistêmicas para a abordagem de conceitos, leis, modelos e teorias científicas. Para tanto, destacamos a importância do professor como promotor de interações discursivas que podem produzir engajamento entre os estudantes. [...] Nossos resultados revelam professor e alunos participando de modo intenso em discussões, propondo ideias, comunicando entendimento, avaliando proposições e legitimando conhecimentos; nesse processo, evidências do engajamento dos estudantes são encontradas. (SASSERON; DUSCHL, 2016, p. 52).

O quadro 1, mostra as relações entre instâncias sociais e práticas epistêmicas conforme apresentado pelos autores. Eles “Os salientam que a demarcação entre as atividades sociais de produção, comunicação e avaliação do conhecimento nem sempre é clara. Observam ainda que a sistematização que apresentam das práticas epistêmicas não é exaustiva.” (SILVA, 2015, p. 76). Nesse sentido, utilizaremos as práticas epistêmicas mostradas no quadro 1 como referência, sem a intenção de identificar rigorosamente em todas as ações dos alunos pesquisados, as práticas relacionadas. Portanto, o quadro nos servirá como forma de avaliar as interações discursivas em sala de aula, a partir da implementação de cada abordagem experimental proposta. Acreditamos que, sobretudo, podemos produzir e

comunicar novos conhecimentos sobre as diversas abordagens a partir da avaliação das interações mantidas em sala. Tal avaliação permite traçar novos caminhos para a atuação docente em sala de aula, quando se lida com atividades experimentais.

Instâncias Sociais	Práticas epistêmicas gerais	Práticas epistêmicas (específicas)
Produção	<ul style="list-style-type: none"> - Articulação dos próprios saberes; - Dando sentido aos padrões de dados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Monitorando o progresso; - Executando estratégias orientadas por planos ou objetivos; - Usando conceitos para planejar e realizar ações (por exemplo no laboratório); - Articulando conhecimento técnico e conceitual; - Construindo significados; - Considerando diferentes fontes de dados; - Construindo dados.
Comunicação	<ul style="list-style-type: none"> - Interpretar e construir as Representações; - Produzir relações; - Persuadir os outros membros da comunidade. 	<ul style="list-style-type: none"> - Relacionando /traduzindo diferentes linguagens: observacional, representacional e teórica; -Transformando dados; - Seguindo o processo: questões, plano, evidências e conclusões; -Apresentando suas próprias ideias e enfatizando os aspectos cruciais; - Negociando explicações.
Avaliação	<ul style="list-style-type: none"> - Coordenar teoria e evidência (argumentação); - Contrastar as conclusões (próprias ou alheias) com as evidências (avaliar a plausibilidade) - argumentação 	<ul style="list-style-type: none"> - Distinguindo conclusões de evidências; - Utilizando dados para avaliação de teorias; - Utilizando conceitos para interpretação dos dados; - Contemplando os mesmos dados de diferentes pontos de vista; - Recorrendo a consistência com outros conhecimentos; - Justificando as próprias conclusões; - Criticando declarações de outros; - Usando conceitos para configurar anomalias.

Quadro 1: relações entre práticas sociais e epistêmicas. (SILVA, 2015)

2.3. Atividades experimentais e suas possíveis finalidades e contribuições aos educandos

Oliveira (2010) discute as finalidades e tipos de abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências, e reúne elementos que possam fornecer subsídios à prática docente. A autora considera que “as aulas experimentais podem ser empregadas com diferentes objetivos e fornecer variadas e importantes contribuições no ensino e aprendizagem de ciências.” (OLIVEIRA, 2010, p. 141). Assim, categorizou, algumas das possíveis contribuições das atividades experimentais para o ensino e aprendizagem de ciências, como apresentadas a seguir:

a) Para motivar e despertar a atenção dos alunos

É uma das contribuições mais comumente apontadas por alunos e professores, embora seja bastante questionada por alguns pesquisadores (GONÇALVES; MARQUES, 2006).

Laburú (2006) mostra que nem toda atividade experimental gera motivação nos alunos, assim, elenca aspectos essenciais para elaborar um experimento estimulante, cativante, que seja capaz de promover o interesse e melhorar a qualidade da aprendizagem.

Segundo Engle e Conant (2002) é possível se avaliar o Engajamento Disciplinar Produtivo, “Engajamento” pode ser observado através de interações discursivas entre envolvidos que revelem a participação para a resolução de um problema proposto. O termo “Engajamento Disciplinar” em um contexto escolar representa que há algum tipo de relação entre as atitudes dos estudantes e as questões e práticas do conceito de disciplina. Nele, é explicitada a habilidade do aluno em transpor o discurso escolar, mais genérico, para um discurso científico, mais específico. Já o termo “Produtivo” representa que o engajamento dos estudantes está gerando progresso intelectual, onde os argumentos utilizados por eles se tornam cada vez mais sofisticados com o passar do tempo, levando-os a suscitar novas questões.

De acordo com os autores, para promover Engajamento Disciplinar Produtivo, devem ser criados contextos ou ambientes de aprendizagem que possuam elementos dentro de quatro princípios fundamentais. Organizados da seguinte maneira:

- I. Problematização do conteúdo. Estudantes são encorajados a assumir problemas intelectuais. Aqui, professores devem estimular os estudantes com perguntas,

propostas, desafios e outras contribuições intelectuais, ao invés de esperar que eles simplesmente assimilem fatos, procedimentos e outras respostas.

- II. Dar aos estudantes autoridade para resolver a problematização proposta. Os alunos recebem autoridade para enfrentar tais problemas, devendo ter um papel ativo, posicionando-se com propriedade como autores e produtores de conhecimento e não como meros consumidores dele.
- III. Manter os estudantes responsáveis para com outros e para com as normas disciplinares. Neste princípio guia, o professor incentiva a responsabilidade do estudante ao assegurar que seu trabalho intelectual corresponde a conteúdos e práticas estabelecidos por atores intelectuais dentro e fora do seu ambiente de aprendizagem imediato.
- IV. Promover os estudantes de recursos relevantes que permitam a execução de todos os itens acima. Os recursos podem ser vistos como necessários para apoiar não apenas o engajamento disciplinar produtivo dos alunos, mas também a incorporação dos outros princípios.

Como maneira de atestar que o Engajamento Disciplinar Produtivo é atingido, Engle e Conant (2002) sugerem as seguintes categorias:

- Amplo número de estudantes fornece aportes substantivos ao conteúdo em discussão;
- As contribuições dos estudantes estão em sintonia com aquelas apresentadas pelos colegas em turnos anteriores, sem consistirem, portanto, em comentários isolados;
- Poucos estudantes encontram-se dispersos;
- Os estudantes demonstram estarem atentos uns aos outros por meio de postura corporal e contato olho no olho;
- Os estudantes frequentemente expressam envolvimento de grande interesse com os temas;
- Os estudantes continuam engajados nos itens por um longo período de tempo.

Oliveira (2010) sugere que

o professor use estratégias que mantenham a atenção dos alunos focada sobre a atividade proposta, tais como a solicitação de registros escritos dos fenômenos observados, questionamentos realizados no decorrer do experimento e, sempre que possível, estimular os próprios alunos a participem de várias etapas da atividade.” (OLIVEIRA, 2010, p. 142).

b) Para desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo

Nas atividades experimentais, principalmente em grupo “uma série de habilidades e competências são favorecidas: divisão de tarefas, responsabilidade individual e com o grupo, negociação de ideias e diretrizes para a solução dos problemas. (OLIVEIRA, 2010, p. 142). A atividade em grupo favorece a socialização dos alunos, gerando situações de troca de ideias, negociações de explicações, formulação de modelos explicativos e consensos.

c) Para desenvolver a iniciativa pessoal e a tomada de decisão

As atividades experimentais podem ser boas para que os alunos possam sair da passividade, fornecendo um ambiente que propicia liberdade para exposição de pensamentos e decisões próprias. Quando estimulados e elogiados pelo professor, os alunos podem se mobilizar a propor hipóteses aos questionamentos feitos.

d) Para estimular a criatividade

As atividades experimentais podem favorecer a criatividade de diferentes formas como por exemplo, colocar os alunos tanto “para executar quanto para auxiliar na montagem do experimento; instigando-os a pensar antes da execução do experimento sobre os possíveis resultados a serem obtidos; solicitando que façam desenhos ou esquemas que representem a atividade experimental” (OLIVEIRA, 2010, p. 143) É uma importante etapa da sistematização do conhecimento, escrever e desenhar,

Está é a etapa da sistematização individual do conhecimento. Durante a resolução do problema os alunos construíram uma aprendizagem social ao discutir primeiro com seus pares e depois com a classe toda sob a supervisão do professor. É necessário agora, um período para a aprendizagem individual. O professor deve, nesse momento, pedir que eles escrevam e desenhem sobre o que aprenderam. (CARVALHO, 2012, p. 9).

e) Para aprimorar a capacidade de observação e registro de informações

Os fenômenos físicos ocorridos durante a experimentação exigem atenção por parte do aluno, “aprimorando sua capacidade de observação, fundamental para que compreendam todas as etapas da atividade proposta e melhorem sua concentração.” (OLIVEIRA, 2010, p. 143). O registro de informações também aproxima os alunos de um desenvolvimento da

escrita científica, apropriação de conceitos, e a capacidade de organização das informações. (OLIVEIRA, 2010)

f) Para aprender a analisar dados e propor hipóteses para os fenômenos.

Oliveira (2010) destaca que, no ensino médio, não se deve adotar a rigidez de um relatório técnico de laboratório, mas que algumas informações básicas mais específicas devem ser fornecidas pelo professor para facilitar o entendimento do modo com o qual os alunos terão de apresentar e discutir suas observações experimentais, reduzindo a insegurança e dispersão dos mesmos.

O laboratório pode proporcionar excelentes oportunidades para que os estudantes testem suas próprias hipóteses sobre fenômenos particulares, para que planejem suas ações, e as executem, de forma a produzir resultados dignos de confiança. Para que isso seja efetivo, deve-se programar atividades de explicitação dessas hipóteses antes da realização das atividades. (BORGES, 2002, p. 300).

Aprender a analisar dados pode servir como uma forma de introduzir “conceitos relativos ao tratamento estatístico de dados, fornecendo-se noções sobre procedimentos que devem ser adotados na etapa de medições, o uso adequado de diferentes instrumentos de medida, bem como a existência de erros estatísticos e sistemáticos nessas medidas” (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 180).

g) Para aprender conceitos científicos.

As atividades experimentais podem fornecer momentos de introdução de conceitos científicos, como explica Oliveira (2010):

A atividade experimental também pode – para muitos, deve – ser um espaço para construção de novos conhecimentos e, por esse motivo, nem sempre deve estar “presa” à abordagem expositiva prévia do conteúdo. No decorrer da própria aula experimental os conceitos podem ser introduzidos, como respostas aos problemas que surgem durante o experimento, aos questionamentos realizados pelos alunos, à identificação de concepções alternativas existentes em relação ao tema em foco. (OLIVEIRA, 2010, p. 144).

h) Para detectar e corrigir erros conceituais dos alunos.

Oliveira (2010) explica que “os erros dos alunos quase sempre expressam seus pensamentos e seus sistemas de referências e conceitos, para eles, bastante coerentes.”. (OLIVEIRA, 2010, p. 145). Portanto, o erro é importante para que o professor possa compreender o pensamento do aluno e assim criar condições “ para que o próprio aluno compreenda o erro, ou ainda para que o professor corrija alguns conceitos inadequados.”. (OLIVEIRA, 2010, p. 145).

i) Para compreender a natureza da ciência e o papel do cientista em uma investigação.

Oliveira (2010) enfatiza que existe uma diferença entre a produção de ciência na escola e a produção de ciência acadêmica, bem como de seus objetivos. Munford e Lima (2007) apontam que a produção de ciência na escola objetiva principalmente aprendizagem de conhecimento científico que já foi consolidado, enquanto que o papel do cientista é produzir novos conhecimentos científicos. Apesar dessa diferença, “é possível discutir com os alunos aspectos relacionados à natureza da ciência, evitando que eles tenham algumas visões distorcidas da construção do conhecimento científico.” (OLIVEIRA, 2010, p. 145). Como a errônea ideia de que

as descobertas científicas resultam do acúmulo de vastos conjuntos de observações detalhadas e repetidas acerca de um fenômeno segundo as prescrições do método científico, ou então resultem de ideias inspiradas de mentes geniais, o processo é bem diferente disso. Os cientistas utilizam métodos, mas isso não significa que haja um método científico que determine exatamente como fazer para produzir conhecimento. (BORGES, 2002, p. 300).

j) Para compreender as relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Para que a atividade experimental possa ser significativa e ter sentido para o aluno, ela deve estar relacionada com sua realidade, como seu cotidiano.

A compreensão dessas relações é de fundamental importância para que os alunos percebam a ciência como algo mais próximo de sua realidade, contribuindo para despertar seu interesse em temas relacionados à ciência e para a formação de uma visão menos ingênua e distorcida de como a ciência é construída, além de conscientizá-los sobre seu papel na sociedade ou ainda estimulá-los a adotar atitudes críticas diante dos problemas sociais e ambientais da atualidade. (OLIVEIRA, 2010, p. 146).

k) Para aprimorar habilidades manipulativas.

“Embora seja um ponto controverso entre os pesquisadores da área de educação, não há como negar que as atividades experimentais, mesmo sem intenção direta, contribuem para esse aspecto” (OLIVEIRA, 2010, p. 146). As atividades experimentais contribuem para um o contato direto dos alunos com o experimento,

De fato, ao montar sistemas experimentais, mesmo os mais simples, manipular os materiais empregados nos experimentos, ou eventualmente operarem equipamentos, os alunos aprimoram múltiplos saberes procedimentais, o que, segundo alguns pesquisadores, é fundamental para sua formação, especialmente na sociedade atual, cada vez mais cercada pela ciência e tecnologia (GASPAR apud OLIVEIRA, 2010, p. 146).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Compreender as diferenças entre três diferentes abordagens de atividades experimentais – laboratório físico em pequenos grupos; laboratório virtual em dupla e demonstração experimental dialogada – no que diz respeito ao papel do professor, ao grau de direcionamento, às práticas epistêmicas incentivadas e às contribuições formativas para o ensino e aprendizagem de Física dos educandos.

3.2. Objetivos específicos

- ✓ Elaborar e aplicar atividades experimentais, nas três abordagens propostas, na disciplina de Física, em uma turma do 2º ano do Ensino Médio de uma escola da rede privada de Belo Horizonte, MG; que leve em consideração nosso objetivo geral, o conhecimento e interesse do aluno e os conteúdos disciplinares obrigatórios.
- ✓ Analisar as interações discursivas ocorridas devido a atividade à luz do nosso referencial teórico.
- ✓ Formular uma síntese – Quadro comparativo das contribuições de cada modalidade proposta para uso em contexto de sala de aula, de forma a contribuir para ensino e a prática docente.
- ✓ Construir um produto educacional – E-book, contendo nossas ideias e sínteses da pesquisa, para apresentarmos aos professores.

4. METODOLOGIA

4.1. Riscos

Sabemos que toda pesquisa que envolva seres humanos pode causar eventuais riscos e/ou desconfortos aos participantes conforme afirma a resolução N°196/96 do conselho nacional de saúde (BRASIL, 2012). A presente pesquisa apresenta riscos mínimos à saúde e ao bem-estar de seus participantes, porém o pesquisador estará atento e disposto a diminuir ao máximo esses riscos e desconfortos. Entendemos que o principal risco envolvido nesta pesquisa está na divulgação indevida da identidade dos participantes e nos propomos a realizar todos os esforços possíveis para assegurar a privacidade dos mesmos.

Os dados coletados e anotados em caderno de campo, e as gravações de áudio e vídeo serão arquivados na sala do professor orientador desta pesquisa, Doutor Juarez Melgaço Valadares, na Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação, Avenida Antônio Carlos, 6627 – Pampulha – Belo Horizonte, MG – Brasil, por um período de cinco anos sob responsabilidade do pesquisador principal, sendo o seu acesso restrito somente aos envolvidos na pesquisa.

Asseguramos que não haverá nenhum ônus à instituição participante bem como à nenhum dos participantes da pesquisa. Todos os gastos foram de responsabilidade do pesquisador principal bem como os riscos e danos que por ventura vierem a acontecer com equipamentos durante o processo.

Os participantes da pesquisa conheceram de antemão os riscos e benefícios inerentes ao processo e a sua participação voluntária pôde ser suspensa à qualquer momento da pesquisa sem prejuízo de qualquer natureza.

Todos os participantes assinaram os devidos termos (em anexo), onde consta os principais riscos, benefícios, deveres e direitos dos mesmos. Será garantido ainda o sigilo da identidade dos participantes, bem como a imagem e vozes dos mesmos.

4.2. Sujeitos e contextos

A escola conta com um laboratório de Ciências (Física/Química/Biologia) que não era utilizado na sua parte de Física. Todo o acervo do laboratório estava guardado e sem manutenção; e esta pesquisa surge dentro de uma proposta de uso desse espaço pelos alunos, bem como de uso do laboratório de informática e da sala de aula.

Todo o planejamento das atividades realizadas neste trabalho teve de considerar e ser inserido na rotina e calendário escolar, levando em consideração por tanto, prazos, plano de curso, conteúdos curriculares obrigatórios, cronogramas de provas, simulados e eventos da escola.

A turma na qual foram desenvolvidas as atividades, é composta por 45 alunos de um 2º ano do Ensino Médio regular, do turno da manhã. É uma turma considerada pelos professores da escola, como de perfil agitado, com muitas conversas paralelas e grande desinteresse. Fato que motivou o professor, que é também o pesquisador deste trabalho, a realizar as pesquisas com essa turma. A turma possui pouca experiência com atividades experimentais, já que pelo menos no Ensino Médio, o laboratório não foi utilizado.

Devido ao grande número de alunos, e do espaço restrito dos laboratórios de ciência e informática, foi necessário se realizar um rodízio com os alunos, com divisão da turma em duas metades, a primeira metade trabalhou com o professor nos laboratórios e a segunda metade ficou em sala realizando outras atividades da escola; depois o mesmo foi feito para a segunda metade da turma.

As gravações de áudio e vídeo foram realizadas de maneira discreta para se evitar ao máximo uma interferência da câmera no comportamento dos alunos. Para que os alunos pudessem se habituar, a câmera foi inserida em alguns momentos anteriores e foi mantida longe da linha de visão dos mesmos, sendo que muitos nem mesmo a notaram durante as atividades.

Foi gerada uma enorme quantidade de dados devido ao registro das inúmeras interações dos alunos com o professor, e das interações dos alunos entre si, nos diversos grupos e duplas. As escolhas dos específicos grupos selecionados para a análise deste trabalho, considerando o constrangimento de tempo e outros fatores, priorizou: maior número de turnos nas interações discursivas, alunos que abarcassem participação em mais de uma atividade e melhor qualidade de áudio e vídeo das gravações.

4.3. Das atividades

Foram elaboradas e aplicadas, atividades experimentais aos educandos do 2º ano do Ensino Médio de uma escola da rede privada de ensino em Belo Horizonte, durante a segunda e terceira etapa escolar. As atividades experimentais foram realizadas antes do conteúdo formal passado em aulas expositivas, pois como explica Oliveira (2010), “a atividade experimental também pode – para muitos, deve – ser um espaço para construção de novos conhecimentos e, por esse motivo, nem sempre deve estar “presas” à abordagem expositiva prévia do conteúdo.” (OLIVEIRA, 2010, p. 145), então o contato do estudante com o experimento acontece primeiro do que o contato com a teoria que o explica, pois entendemos que assim o aluno será estimulado à exploração, à formação e ao desenvolvimento de hipóteses e conceitos.

Foram realizadas, gravações de áudio e vídeo das interações discursiva ocorridas entre os sujeitos, para posterior análise e para nossas reflexões sobre a aplicação das atividades. Também foram recolhidas todas as atividades realizadas pelos estudantes para posterior análise.

4.3.1. Primeira atividade - Laboratório Físico em pequenos grupos

A primeira atividade (Apêndice 1), de tema mais especificamente “Condutores e Isolantes” foi realizada no laboratório de ciências da escola, em grupos de quatro ou cinco alunos durante dois horários regulares (duas horas-aula de 50 minutos cada) da aula de Física.

As condições gerais de disposição da atividade e a maneira como foi proposta aos alunos, bem como a elaboração das questões, os experimentos em si, o material utilizado, a disposição circular em grupos, o tempo para realização da atividade, foram pensadas com o intuito de se criar um ambiente lúdico, de exploração e favorecedor de interações discursivas.

Quanto ao seu grau de direcionamento (ARAÚJO e ABIB, 2003), a atividade apresenta principalmente uma mescla de elementos da modalidade Investigação e elementos da modalidade Verificação. As questões iniciais da atividade possuem elementos provocadores, que tentam envolver os alunos na busca de uma solução, e o roteiro mesmo que diretivo e com seus elementos de Verificação, também possibilita o teste de hipóteses, o desenvolvimento da capacidade de observação, de descrição dos fenômenos e criação de modelos explicativos; todas características típicas da modalidade Investigação.

A atividade se divide em três partes: Discursiva, prática e interpretativa.

A primeira parte se inicia por provocações feitas por dois problemas que se relacionam como estimuladores ao debate. Essa parte é importante para que o professor verifique os conhecimentos prévios trazidos pelos alunos, e avalie o interesse inicial em realizar a atividade. Aqui “O importante não é a manipulação de objetos e artefatos concretos, e sim o envolvimento comprometido com a busca de respostas/soluções bem articuladas para as questões colocadas, em atividades que podem ser puramente de pensamento”. (BORGES, 2002, p. 295)

A segunda parte, prática, experimentos pensados para se abordar os fatos relacionados às questões da primeira parte foram propostos. Nossa intenção é de gerar conflitos cognitivos, contradições de previsões de resultados e um ambiente de exploração que objetiva a resolução dos problemas propostos.

A terceira parte, interpretando a atividade, faz-se um fechamento das questões levantadas. Aqui os estudantes, após as interações discursivas, fazem suas sínteses baseadas nos consensos e legitimações das ideias ocorridas durante todo o processo.

Também foi proposta para os alunos, uma atividade pós-laboratório (Apêndice 2) optativa, para cada aluno individualmente. A intenção aqui é fazer um fechamento de ideias e feedback ao professor. O caráter optativo da atividade teve o intuito de se medir, ou conhecer os alunos que se engajaram na sua realização. “Na fase pós-atividade, faz-se a discussão das observações, resultados e interpretações obtidos, tentando reconciliá-las com as previsões feitas”. (BORGES, 2002, p. 301).

4.3.2. Segunda atividade - Laboratório Virtual em dupla

A segunda atividade (Apêndice 3), de tema mais especificamente “Refração e Reflexão” foi realizada nos computadores do laboratório de informática da escola, em duplas, durante dois horários regulares (duas horas-aula de 50 minutos cada) da aula de Física.

A atividade se divide em três partes: Introdutiva, Explorativa e Interpretativa.

A primeira parte “1 – ABRINDO O SIMULADOR” se trata apenas de instruções para que os alunos possam acessar o simulador.

Na segunda parte “2 – EXPLORANDO O SIMULADOR” são apresentadas aos alunos, as ferramentas e elementos presentes no simulador; provocações iniciais e espaço para desenho.

Na Terceira parte “3 – PROBLEMAS”, faz-se um fechamento das questões levantadas. Aqui os estudantes, após as interações discursivas, fazem suas sínteses baseadas nos consensos e legitimações das ideias ocorridas durante todo o processo.

A atividade possui vários elementos da modalidade Verificação (ARAÚJO e ABIB, 2003), como por exemplo, quando se pede aos alunos que constatem sobre: o que acontece com o raio de luz quando este troca de meio, ou o que acontece com a intensidade da luz, ou ainda, se a luz se propaga mais rápido no ar do que na água, todas passíveis à verificação usando-se as possibilidades e medidores fornecidos no simulador

Algumas características da modalidade Investigação também podem ser notadas, como quando os alunos se veem livres para manipular as ferramentas e testar suas hipóteses, quando são solicitados a descrever o que acontecerá com certo aspecto do experimento antes de simulá-lo ou quando a atividade, na sua parte final, estimula os alunos à chegarem em conclusões e leis gerais.

A atividade foi pensada como um laboratório virtual, ou seja, através de um simulador¹ de experimentos de Física, os alunos se viam livres pra exploração do experimento e de vários parâmetros dele. O simulador é uma boa ferramenta, por ser uma tecnologia muito familiar e intuitiva para os alunos, por proporcionar uma exploração de fenômenos físicos com segurança, podendo ser realizado em condições ideais, obedecendo as leis que regem o mundo real e oferecendo novas maneiras para a construção de conceitos dos estudantes. (BORGES, 2002)

O uso de simulações em computador é outra técnica muito eficiente em capacitar os alunos a se envolverem nos aspectos mais criativos da ciência, e que leva à compreensão da natureza da ciência. Na maioria das lições baseadas em laboratório, os alunos não têm oportunidade de se envolver com a geração e o teste de hipóteses, ou no planejamento experimental, pois os professores não estão dispostos a ceder o tempo, a arcar com os custos ou a correr o risco de os alunos adotarem estratégias experimentais inapropriadas, ineficientes ou potencialmente perigosas. (HODSON, 1988, p. 11).

4.3.3. Terceira atividade - Demonstração Experimental Dialogada

A terceira atividade, com o tema relacionado às “Ondas Mecânicas”, foi realizada em sala de aula da escola, com toda a turma presente, durante um horário regular (uma hora-aula de 50 minutos) da aula de Física.

A atividade foi pensada para ser dialogada e ter características que permitissem a exploração de ideias, debates e argumentações por parte dos alunos, e não apenas uma mera

¹ Simulador da página: https://phet.colorado.edu/pt_BR/

apresentação de um fenômeno físico sob controle do professor, com alunos a assistir passivamente.

Dentre os três graus de direcionamento apresentados por Araújo e Abib (2003), essa atividade apresenta elementos que a aproximam da modalidade Demonstração, com método de Demonstrações/observações Abertas, pois permite a participação e manipulação do experimento pelos alunos, e de seus questionamentos e elaboração de hipóteses. Assim, como dito anteriormente pelos autores, desse modo, a atividade de demonstração aberta também pode ser considerada como uma modalidade de atividade de Investigação.

O experimento tratou da exploração de vários fenômenos a respeito das ondas mecânicas que se propagaram em uma grande mola de metal apresentada pelo professor.

Na sala, os alunos foram dispostos de maneira circular, sendo então feita uma grande roda com o experimento ao centro, para que todos pudessem estar bem próximos.

O professor utilizou de alunos voluntários, que foram se revezando várias vezes durante a aula, para ajudá-lo nas demonstrações. Acreditamos que tal atitude descentraliza o papel do professor, uma vez que os alunos participantes se envolvem com a experimentação, assumindo assim a condução e exploração das atividades.

As interações discursivas foram transcritas e parte delas está apresentada – no item 5.3. ATIVIDADE DE DEMONSTRAÇÃO EXPERIMENTAL DIALOGADA – neste trabalho.

5. ANÁLISE DOS DADOS

Seguiremos numa análise qualitativa dos dados obtidos das interações discursivas que foram transcritas a partir das gravações de áudio e vídeo. Para tanto, utilizaremos os eixos norteadores das práticas epistêmicas gerais e específicas e suas respectivas instâncias sociais, contidas no quadro 1 deste trabalho.

Cada turno de fala corresponde à fala de um indivíduo. Os nomes dos alunos foram ocultados para se preservar suas identidades, conforme previsto por procedimentos éticos acordados entre as partes envolvidas (Vide Anexos).

5.1. Atividade no Laboratório Físico

5.1.1. Episódio I: Interações responsivas à parte discursiva

A primeira parte da atividade no laboratório físico, se inicia por provocações feitas por dois problemas “a” e “b” que se relacionam como estimuladores ao debate. Vamos a eles, e às suas respectivas interações discursivas provocadas.

QUESTÃO:

a) No inverno, dormimos com cobertores para nos mantermos aquecidos durante a fria noite. Já os esquimós, para se protegerem do frio constroem iglus utilizando neve. Por que os esquimós utilizam neve? O que o cobertor e a neve possuem em comum? Anote as opiniões do grupo, mesmo havendo discordâncias de ideias.

INTERAÇÕES:

Turno	Transcrições	Comentários textuais
1	Aluno E: São tipo, isolantes de temperatura?	O debate se inicia com a nomeação do termo isolante, sem uma definição mais clara por enquanto.
2	Aluno G: Isolantes Térmicos?	
3	Aluno E: não isolantes... não sei véi, porque tipo assim, quando eu coloco o cobertor é pra manter quentinho... o cobertor até mim.	O aluno questiona se neve e cobertor são mesmo isolantes
4	Aluno Jo: Acho que é isso aí que ela falou mesmo, que mantem.	
5	Aluno G: Que mantem?	
6	Aluno Ju: Impede que seu corpo tire ou absorva calor.	

7	Aluno G: O cobertor e a neve, eles são o que? [...] Eu não posso falar que é isolante térmico! Eu falaria que os dois... pela quantidade... tipo varia de massa, num varia?	O aluno sugere uma nova variável a questão - massa
8	Aluno Jo: Massa?	Estranhamento à sugestão do turno anterior.
9	Aluno G: É, o material é diferente não é?! O gelo, ele é água [...] é um composto covalente. O cobertor é feito por fibras de algodão, algodão tem proteína, né?! Proteínas são conjuntos também covalentes. Ou seja, eu acho que eles são pouco transmissores de... são pouco condutor de...	Aqui, há a passagem de um nível descritivo para um nível explicativo, o aluno tenta concluir que se há ligação covalente tanto no gelo quanto no cobertor, essa característica comum pode ser a responsável pela propriedade isolante de ambos. O aluno faz uso de um modelo explicativo microscópico de ligações químicas. Prática epistêmica: - Articulando conhecimento técnico e conceitual
10	Aluno Jo: calor.	O aluno Jo completa o raciocínio do aluno G, evidenciando sintonia e alinhamento de raciocínio entre eles.
11	Aluno G:: Calor. Eu acho que é isso!	Alunos chegam a um consenso. Prática epistêmica: - Negociando explicações
12	Aluno Jo: A gente pode pensar essa questão... tipo endotérmico, exotérmico, que perde ou ganha calor?	O aluno Jo, também passa para um nível explicativo, utilizando-se de modelos explicativos, no caso, trazidos de um outro contexto –Disciplina de Química. Também traz a ideia do sentido de propagação que o fluxo de calor pode tomar. Prática epistêmica: - Contemplando os mesmos dados de diferentes pontos de vista
13	Aluno G: É	
14	Aluno Jo: Pro meio externo, pro meio interno...	
15	Aluno G: Tem a tendência dos materiais exercerem mais energia do que outros, né?! Igual o professor tinha falado, [...] daquele alfa [Coeficiente de dilatação linear] [...] quando o alfa é maior a tendência é da temperatura é subir mais rápido. [...]	A tentativa de explicar o fenômeno continua, agora importando modelos mais próximos aos fatos, como o coeficiente de dilatação, estudados previamente em dilatação térmica. Prática epistêmica: - Recorrendo a consistência com outros conhecimentos; - Utilizando conceitos para planejar e realizar ações (por exemplo no laboratório) -produzir relações
16	Aluno Jo: Ah tá	Reconstruindo e seguindo o processo: questões, evidências e conclusões Prática epistêmica: - Monitorando o progresso
17	Aluno G: Não sei se é isso mesmo não, mas...	
18	Aluno G: Vai Ju...	
19	Aluno Ju: Eu tô pensando o que que eu falei.	
20	Aluno Jo: Cê tinha falado que ele...	
21	Aluno Ju: Ele impede que você perca	O Aluno Ju retoma o conceito de isolante.

	ou ganhe calor. Ele só mantém sua temperatura.	Prática epistêmica: - Construindo significados
22	Aluno Jo: Impede a entrada de calor.	
23	Aluno Ju: E a saída também! Ele deixa lá do jeito que tá.	O aluno sinaliza que o isolante não aquece nem esfria.
24	Aluno G: Se não saísse, os cara ia cozinhar, ne?!	
25	Aluno Ju: Não amiga, cê tá mantendo só a sua temperatura.	Enfatizando as ideias essenciais. Prática epistêmica: - Criticando declarações de Outros.
26	Aluno E: Acaba que cê num consegue tampar totalmente não, sempre vai ter uns buraco.	O Aluno questiona a capacidade de um isolante bloquear totalmente o fluxo de calor.
27	Aluno Jo: Ah... o cobertor quando cê cobre ele tá meio que impedindo que cê perca calor pro meio externo ué, é isso, e o iglu a mesma coisa.	Agora se chega ao conceito de isolantes de fato. Prática epistêmica: - Construindo significados - Produzindo relações
28	Aluno G: Entendi	Chegada a um novo consenso, e legitimação das ideias, diferentemente do anterior (turno 11), os alunos chegam agora, a uma definição mais precisa para isolantes. Prática epistêmica: - Legitimação das ideias
29	Aluno E: [...] porque que quando tem muito gelo ou muita neve, quando vc coloca a mão assim, cê acaba queimando?!	O aluno E levanta uma nova questão
30	Aluno Ju: isso também não sei, é verdade!	
31	Aluno E: Cê já foi naqueles negócio de patinação?	
32	Aluno Ju: Não.	
33	Aluno G: Ô Gente, sabe uma coisa que eu tô pensando aqui? Sobre essa questão de trocar... impedir o meio... a transmissão de calor. Se a gente for pensar assim, em dias frios se você fica sem blusa de frio, você acaba se acostumando com o clima[...] eles têm que manter equilíbrio térmico. Quando você se cobre, cê num tá impedindo de ocorrer essa transmissão [de calor]. Cê só tá cobrindo a superfície da sua pele.	O aluno G demonstra foco na questão apresentada, não deixando o assunto se desviar de seu objetivo principal. Nova questão é colocada tentando-se estabelecer relações – o fator fisiológico de se acostumar com o frio – enriquecendo o debate. Prática epistêmica: - Considerando diferentes fontes de dados.
34	Aluno Jo: Tem temperaturas que a gente não aguenta, aí se a gente por a blusa de frio ou cobertor, acho que ele meio que impede esse compartilhamento do calor.	O aluno responde em sintonia com o turno anterior – fator fisiológico.
35	Aluno G: É como se a coisa que a gente vestiu, a coberta, o iglu... ele que	O isolante faz o papel de ceder ou absorver calor em detrimento do corpo

	trocasse o calor entre o meio, ao invés do nosso [corpo]...	
36	Aluno Jo: O iglu acho que sim, a blusa de frio eu não sei. Talvez o material possa impedir... é igual quando cê usa a blusa de academia, eu acho, que eu acho que a transpiração fica mais dif... é... meio que abafa a transpiração, num é?	Práticas epistêmicas: Construindo significados; monitorando o progresso; produzindo relações.
37	Aluno G: É.	
38	Aluno Jo: Então, acho que é tipo isso. Num tem a ver com calor mas é... o material as vezes interfere.	Chegada em consenso, amarrando a discussão iniciada no turno 9 sobre o efeito do material na condução. Práticas epistêmicas: - Distinguindo conclusões de Evidências; - Legitimação das ideias.

Nas discussões, é de se destacar o papel articulador do Aluno G, que centraliza e sustenta a discussão nesse primeiro momento e da postura responsiva de Jo em relação às provocações de G, configurando a prática epistêmica “monitorando o progresso”. Percebe-se que a partir da dúvida estabelecida, houveram várias tentativas de se conceituar o que é isolante e explicar o fenômeno da condução térmica através de modelos e algumas vezes até desfocados da Física, trazidos de outros contextos, desenvolvendo-se as práticas “negociando explicações”, “construindo significados” e “contemplando os mesmos dados de diferentes pontos de vista”. Os alunos tentam a todo o custo, durante suas falas, aferir, ou calibrar suas explicações em busca de um modelo correto, refazendo por diversas vezes o processo (questões, evidências, conclusões) quando produzem outras relações entre os conceitos. Os discursos culminam na prática epistêmica de legitimação das ideias (Kelly, 2008) quando são estabelecidos os consensos, e os alunos se apropriam e legitimam as explicações formuladas pelo grupo, prevalecendo inicialmente todas as instâncias sociais “Produção”, “Comunicação” e “Avaliação”.

A seguir, foi proposto um novo questionamento aos alunos:

“b) Em que, o comportamento de uma caixa de isopor fechada com bebidas e sanduiches gelados em um dia quente, difere do comportamento do iglu e cobertor?”.

Vejamos as diversas interações mantidas na sala de aula em decorrência dessa indagação.

INTERAÇÕES:

Turno	Transcrições	Comentários textuais
1	Aluno Jo: O isopor é um sistema fechado, né?	O aluno traz mais um modelo para sua análise – sistema aberto ou fechado. Prática epistêmica: Contemplando os mesmos dados de diferentes pontos de vista;
2	Aluno E: É.	
3	Aluno Jo: Ele não deixa sair o ...	
4	Aluno E: É um isolante!	O aluno faz uso do conceito de isolante, mas agora o grupo tem uma melhor definição do termo. Prática epistêmica: - Seguindo o processo: questões, plano, evidências e conclusões.
5	Aluno Jo: É isolante! Ele não deixa sair o calor, ou o frio, sei lá	O frio é colocado como uma nova variável. Prática epistêmica: - Utilizando conceitos para interpretação dos dados / negociando explicações
6	Aluno E: É como se ele...	Prática epistêmica: - Negociando explicações
7	Aluno Jo: é um sistema fechado.	
8	Aluno E: [...] ele mantém a temperatura que tem lá dentro.	
9	Aluno Jo: Então acho que ele num difer...	
10	Aluno E: é como se ele é... retardasse o processo de aquecimento.	
11	Aluno G: Mas e o cobertor e iglu? É a mesma coisa, não?	
12	Aluno Jo: Uai, quando a gente tá coberto a gente continua quente.	
13	Aluno Ju: eu acho que é a mesma coisa [...] Com o isopor, tá mantendo a temperatura gelada lá dentro; com o cobertor, tá mantendo você... a sua temperatura quente. Num tá fazendo com que você esfrie quando tá frio. E, a caixa de isopor num tá fazendo com que você esquente quando já tá frio. Entendeu? Quando tem frio	A ideia do sentido do fluxo de calor surge de maneira subjetiva. E o conceito de frio é evocado mais uma vez. Prática epistêmica: - Justificando as próprias Conclusões - persuadindo os colegas ao apresentar as suas ideias e enfatizando os aspectos cruciais.
14	Aluno G: A gente pode dizer que o... no caso.. [...] A caixa de isopor, ela mantém a temperatura e o cobertor faz a gente manter a nossa temperatura. Não é isso?	O aluno coloca o corpo como fonte de calor, e o cobertor algo que age no corpo, sendo responsável por manter o calor produzido
15	Aluno Jo: Sim.	Prática epistêmica: Seguindo o processo: questões, plano, evidências e conclusões;
16	Aluno Ju: isso.	Os alunos entram em consenso, aceitando e legitimando a explicação encontrada. Prática epistêmica: Legitimação das ideias

Nessa parte, os debates envolveram todos os alunos, ficando menos centralizado no Aluno G. Do ponto de vista das práticas epistêmicas, desenvolveu-se principalmente as instâncias sociais “Comunicação” e “Avaliação”. Percebe-se que os diálogos se sustentaram, com a participação de todos, durante todo o tempo e em direção a uma explicação para a questão proposta.

A questão “b” traz o problema do fluxo de calor para o cotidiano do aluno, ao se indagar sobre a relação entre a caixa de isopor e as bebidas e sanduíches mantidas a uma determinada temperatura lá dentro, contribuindo *para compreender as relações entre ciência, tecnologia e sociedade*.

Nesse primeiro episódio, as questões “a” e “b” da atividade contêm essencialmente as seguintes contribuições: *Para motivar e despertar a atenção dos alunos; Para desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo.; Para desenvolver a iniciativa pessoal e a tomada de decisão*.

A seguir novas questões ligadas ao calor foram propostas, e as interações discursivas foram novamente avaliadas.

5.1.2. Episódio II: Interações responsivas à parte prática

QUESTÕES:

a) Pegue dois cubos de gelo, embrulhe um cubo de gelo em um pedaço de flanela e deixe o outro exposto ao ar livre. Deixe tudo dentro da pia. Faça uma previsão sobre o que acontecerá com os dois cubos de gelo depois de terem sido abandonados por um bom tempo em um mesmo ambiente. Enquanto o tempo passa, vá realizando os próximos experimentos...

b) Pegue dois copos e coloque gelo neles. Em um dos copos adicione uma colher de sal e misture bem. Registre a temperatura desse copo com sal. Depois, com o mesmo termômetro registre a temperatura do outro copo com gelo. Ao final do experimento, podemos dizer que o gelo aqueceu o termômetro? Discuta com os colegas.

INTERAÇÕES:

Turno	Transcrições	Comentários textuais
1	Aluno G: Gente, o gelo aqueceu o termômetro?!	
2	Aluno E: O que tá sem sal sim! Ele teve	

	uma temperatura maior do que o gelo com sal!	
3	Aluno G: Isso é física, deve ter alguma pegadinha!	
4	Aluno E: Mas ele [prof] falou que não tem certo ou errado não, só!	
5	Aluno G: ah então...	
6	Aluno Jo: Ah gente pode falar que... bom, a temperatura subiu, quando a temperatura sobe...	
7	Aluno E: aquece!	
8	Aluno Jo: aquece! Sim!	Os alunos entram em consenso, aceitando e legitimando a evidência encontrada. Práticas epistêmicas: -Distinguindo conclusões de evidências;
9	Aluno G: Mas quem aqueceu [o termômetro], foi o gelo?	
10	Aluno G: se o gelo aquece, e o sal esfria...	O conceito de frio é aplicado
11	Aluno E: Não. O gelo com sal esfria.	
12	Aluno G: Professor, o gelo aquece ou não aquece? Pra mim não parece que aquece!	
13	Prof: Tentem responder o que vocês acham mesmo, [...] não preocupem se está certo ou errado. [...] Nós temos a medida do termômetro como referência, não é? E o termômetro acusou o que?	O professor expõe que a preocupação está em se investigar, e não em comprovar teorias estabelecidas. Prática epistêmica: - Executando estratégias orientadas por planos ou objetivos
14	Aluno Ju: Que aqueceu!	Prática epistêmica:
15	Aluno Jo: A temperatura subiu.	Distinguindo conclusões de evidências;
16	Prof: A temperatura subiu.	Prática epistêmica: - Construindo dados
17	Aluno E: Que o gelo com sal, [...] a temperatura dele é mais baixa que o gelo normal.	A atenção se volta aos fatos.
18	Aluno G: num será que foi o gelo que trocou calor com o sal?	Novas questões são levantadas. Prática epistêmica: Negociando explicações.
19	Aluno E: eu acho que é a reação do gelo com o sal!	Tentativa de explicação por modelos – reações químicas Prática epistêmica: - Articulando conhecimento técnico e conceitual
20	Aluno Jo: O sal faz perder o calor mais rápido, num é?	Prática epistêmica: Usando conceitos para configurar anomalias.
21	Prof: não se preocupem com a explicação do que, que o sal causou, Pensem no que o termômetro acusou, e o que isso quer dizer.	Aqui o professor chama atenção para o fenômeno em si.
22	Aluno Jo: É, o termômetro acusou que aqueceu!	
23	Aluno E: o gelo com sal faz tipo uma	Apesar do professor chamar a atenção da

	reação que faz ficar mais gelado.	discussão para o fenômeno em si (turno 21), há ainda uma tentativa de se discutir mais a fundo a questão. Práticas epistêmicas: - Monitorando o progresso - Transformando dados.
--	-----------------------------------	---

No momento em que os alunos seguem o roteiro proposto desenvolve-se a prática epistêmica “executando estratégias orientadas por planos ou objetivos”. Nessa primeira parte do episódio II, em que há uma tentativa por parte dos alunos em lidar com o conflito trazido pelo fato de o gelo gerar aquecimento, as três instâncias sociais se desenvolveram, com “articulação dos saberes”, “produção de relações” e “contrastando as conclusões com as evidências.”

De acordo com a nossa análise, a questão “a” desse episódio contribui principalmente *para desenvolver a iniciativa pessoal e a tomada de decisão, e para estimular a criatividade*, quando instiga os alunos a pensar em uma previsão para o se espera que aconteça com o gelo nos diferentes casos propostos.

A questão “b” desse episódio contribuiu *para aprimorar a capacidade de observação e registro de informações*, através do registro de temperatura utilizando-se do termômetro e observação de qual o papel do sal no experimento. Também contribuiu *para aprender a analisar dados e propor hipóteses para os fenômenos*, uma vez que os alunos foram provocados a responder uma aparente contradição na realização do experimento.

QUESTÕES:

c) Retorne ao experimento do item a. Qual cubo de gelo derreteu mais, o enrolado pela flanela ou o exposto ao ar livre? Como explicar isso? Discuta com seus colegas.

INTERAÇÕES:

Turno	Transcrições	Comentários textuais
1	Aluno E: Que legal...	
2	Aluno Ju: A ideia é que o enrolado não derreteu, ou derreteu mais devagar.	
3	Aluno G: Ou... não sei!	
4	Aluno Ju: viu, ele “manteu” a temperatura! É o cobertor!	
5	Aluno G: Eu não sei se a gente pode considerar isso porque o negócio [pia] é de metal.	O aluno G chama a atenção para outras variáveis que podem interferir nos resultados do experimento. Prática epistêmica: - Utilizando dados para avaliação de teorias

6	Aluno Jo: Isso que eu pensei, por causa do material da pia.	Aluno Jo age responsivamente ao aluno G
7	Aluno G: Aííí, Eu num gosto de Física!	
8	Aluno Jo: Isso [flanela] é o cobertor, num é?	A associação entre flanela e cobertor é percebida
9	Aluno Ju: isso que eu falei, amigo!	A associação entre flanela e cobertor é aceita e confirmada. Prática epistêmica: Legitimação das ideias

Nos registros escritos os alunos responderam: “A flanela fez o papel do cobertor onde fez o cubinho de gelo 1 derreter menos ao que estava exposto ao ar. Ainda achamos que o material da pia releva a troca de calor”.

Essa última parte do episódio II é um fechamento da parte prática que reforça o papel isolante da flanela e do cobertor. A instância social “Produção” e “Comunicação” foram inferidas, com os alunos mostrando capacidade em “monitorar o progresso e estabelecer relações”; e a instância social “Avaliação” foi mais evidente, com os alunos “coordenando teoria e evidência (argumentação) ”.

A questão “c” contribui principalmente *para desenvolver a iniciativa pessoal e a tomada de decisão*, quando os alunos são estimulados a expressar suas ideias para os outros.

Na parte prática da atividade, aparecem com mais destaque as contribuições, relacionadas à capacidade de *estimular a criatividade; em aprimorar a capacidade de observação e registro de informações; para aprender a analisar dados e propor hipóteses para os fenômenos e, por fim, para aprimorar habilidades manipulativas.*

5.1.3. Episódio III: Interações responsivas à parte interpretativa

a) Qual o papel que a flanela teve nas experiências realizadas com o gelo? Explique.

Turno	Transcrições
1	Aluno Ju: Fazer com que o gelo não perca calor, para o ambiente externo.

b) As experiências realizadas nessa exploração nos permitem afirmar que cobertores nos aquecem?

Turno	Transcrições
1	Aluno E: Não, faz com que a gente mantenha a nossa temperatura.
2	Aluno Jo: Que impeça a perda de calor.
3	Aluno Ju: Eu num sei se impede, mas tardia.

c) Com base nas discussões e nas observações que vocês realizaram, diga qual é a função dos cobertores e agasalhos.

Turno	Transcrições
1	Aluno E: Eu ainda acho, que é pra manter a temperatura.

Essa última parte da atividade, interpretativa, é um fechamento das ideias e uma conclusão do que foi fornecido pela atividade. Novamente aqui a instância social “Avaliação” é mais evidente, com os alunos “contrastando as conclusões (próprias ou alheias) com as evidências (avaliar a plausibilidade) – argumentação”.

A principal contribuição dessa parte interpretativa é sua contribuição *para detectar e corrigir erros conceituais dos alunos*. Nesse caso o professor pode, por meio das respostas dadas, identificar e debater algum erro conceitual ou lacuna referente às intenções da atividade, como por exemplo, identificar se o aluno entendeu que o papel do cobertor ou flanela no experimento não é aquecer, e sim isolar termicamente os corpos por eles envolvidos, ou ainda se existe confusão entre os conceitos de calor e de temperatura.

Na parte interpretativa, as principais contribuições foram: *Para aprender a analisar dados e propor hipóteses para os fenômenos; Para aprender conceitos científicos; Para detectar e corrigir erros conceituais dos alunos; Para compreender a natureza da ciência e o papel do cientista em uma investigação.*

5.2. Atividade no Laboratório Virtual

5.2.1. Episódio I: Interações responsivas à parte exploratória

QUESTÃO:

Imagine um raio de luz se propagando no ar, e passando a se propagar na água. Represente essa situação no simulador, e escreva, após discutir com seu colega, o que acontece nesse caso.

INTERAÇÕES:

Turno	Transcrições	Comentários textuais
1	Aluno G: O que eu vou escrever? Que nos dois meios a luz se propaga pelo mesmo ângulo?	
2	Aluno GZ: Tipo assim, o que eu reparei, usei o negócio de angulação dele, [...] quanto menor é o ângulo e relação à água, maior é a intensidade do... que a água reflete pro ar de volta. [...] E enquanto menor a angulação em relação à água, ela reflete de uma maneira mais fraca, enquanto o...	Aluno faz uso da ferramenta transferidor. Aluno percebe que parte da luz refrata e parte reflete. Aluno descreve suas observações. Prática epistêmica: - Construindo dados

3	Aluno G:: Péra eu não entendi.	
4	Aluno GZ: Quando ele tá a 90° [o raio de luz], ele não incide nela [na água], então ele passa reto, então ele fica com a intensidade de 100%	Aluno descreve uma regra. Aluno faz uso da ferramenta intensidade. Prática epistêmica: - Construindo significados
5	Aluno G:: Haham	
6	Aluno GZ: Aí quando cê vai subindo o LASER, aí ele reflete um pedaço descendo pra dentro da água, e outro voltando pro ar. Não é?	
7	Aluno G:: Sim.	
8	Aluno GZ: Num tô entendendo direito não. Aí beleza, quando ele tá mais longe da água, o que ele incide pra fora da água, ele voltando pro ar, é uma intensidade menor... enquanto mais longe fica, entendeu?	Aluno percebe mudança na intensidade da luz com a variação do ângulo de incidência. Prática epistêmica: - Construindo dados
9	Aluno G:: Entendi. Peraí que agora eu vou escrever isso daí.	Alunos chegam a um consenso. Prática epistêmica: - Legitimação das ideias
10	Aluno GZ: O que eu reparei é isso, num tem outra coisa aqui não.	Alunos em um nível descritivo do problema.

Nessa primeira parte, não há nada muito instigante ou motivador, é apenas uma verificação do fenômeno da refração, os alunos ficam em um nível descritivo do problema, prevalecendo a instância “Produção”. Portanto é menor a contribuição *para motivar e despertar a atenção dos alunos*, e maior a contribuição *para aprimorar a capacidade de observação e registro de informações*, que é uma contribuição necessária para esse caso, já que é a primeira vez que os alunos irão ter contato com um estudo mais aprofundado da refração.

QUESTÃO:

O que acontece com a intensidade da luz que entra na água, quando se varia o ângulo de inclinação do laser? E com a intensidade da luz refletida pela superfície da água?

INTERAÇÕES:

Turno	Transcrições	Comentários textuais
11	Aluno G: Beleza, já escrevi isso, agora vamos ver a questão dois: “O que acontece com a intensidade da luz que entra na água, quando se varia o ângulo de inclinação do laser? E com a	

	intensidade da luz refletida pela superfície da água?”	
12	Aluno GZ: É aquilo que eu falei, quanto mais perto da água o LASER, menor é a intensidade dentro dela [água], e maior fora. E o contrário...	Aluno descreve a regra descoberta. Prática epistêmica: - Construindo significados
13	Aluno G: Péra.	
14	Aluno GZ: Na primeira [questão] que que você pode colocar, [...] que ele [raio de luz] reflete em dois ângulos diferentes. Ele incide o LASER pra dentro da água, e o reflexo vai na mesma angulação dele. É só isso, porque o negócio da intensidade é em outra questão [2, item B] [...] quando se varia o ângulo de inclinação do LASER	Aluno percebe que sua resposta à primeira questão (2A) é também resposta à segunda (2B), então, tenta pensar em outra resposta para dar a primeira pergunta. Aluno nota que existe um ângulo de refração e um ângulo de reflexão igual ao ângulo incidente. (Primeira Lei da Reflexão) Prática epistêmica: -Executando estratégias orientadas por planos ou objetivos;
15	Aluno G: Agora eu me pergunto, por que que isso acontece?	Instigação.
16	Aluno GZ: Vai saber! E é tão fraquinho o negócio do LASER que se você... acho que num dá pra ver a olho nu né?! Se você realmente fizer esse teste, na vida real.	Diferenciação entre uma simulação e o fenômeno real. Prática epistêmica: - Relacionando diferentes linguagens: observacional, representacional, teórica

As questões ainda estão em um nível de verificação, servindo como uma introdução ou familiarização ao fenômeno da refração e da reflexão. O turno 15 indica um momento de instigação do aluno, evidenciando a contribuição *para motivar e despertar a atenção dos alunos*. Nota-se no turno 16 que o aluno entende que o simulador é uma representação, e que não necessariamente descreve fielmente o fenômeno físico em si, evidenciando a contribuição *para aprimorar a capacidade de observação e registro de informações*.

A instância social “Produção” é a mais presente nessa parte, caracterizada principalmente quando os alunos tentam “Dar sentido aos padrões de dados”.

QUESTÃO:

O que você e seu colega acham que aconteceria com o raio de luz, caso ele se propagasse de maneira invertida, isto é, passasse da água para o ar? Responda antes de simular essa situação.

INTERAÇÕES:

Turno	Transcrições	Comentários textuais
19	Aluno GZ: Essa eu num sei não! Tem que falar o que a gente acha, né?!	
20	Aluno G: Será que, quando você	Passagem para um nível explicativo, utilizando-

	inverte, nossa eu lembro disso num curso, mas eu num sei... isso é com a cor num monitor. Quando você inverte a cor do monitor. [...] Se inverte a cor, inverte a intensidade, ou seja, a intensidade que era pra do ar passa a ser da água. Não sei se é isso!	se de modelos, no caso, trazidos de um outro contexto. Prática epistêmica: Apresentando suas próprias ideias e enfatizando os aspectos cruciais - Recorrendo a consistência com outros conhecimentos
21	Aluno GZ: Eu acho também que o... vou falar aqui, mas num tem nada a ver com a intensidade, eu acho que a angulação vai variar, porque pelo fato de a água ser uma coisa em constante movimento, e a gente vai tá dentro da água com o negocinho [LASER], eu acho que pelo fato da água tá mexendo ali, a angulação vai propagar pra diferentes direções ao mesmo tempo. Num sei se isso...	O aluno faz sua previsão e em nível explicativo, justifica sua hipótese. Prática epistêmica: - Apresentando suas próprias ideias e enfatizando os aspectos cruciais;
22	Aluno G: Eu posso falar que a angulação, ela num vai ser simétrica?	
23	Aluno GZ: Hum, oh, aí eu não sei.	
24	Aluno G: Porque por exemplo, se você coloca o raio à 45°, aí quando ele sai, ele sai tipo num ângulo de 30°, 60°...	
25	Aluno GZ: Isso!	Alunos chegam a um consenso. Prática epistêmica: - Legitimação das ideias

Vemos que nessa parte em que os alunos são solicitados a fazer uma previsão, é o momento em que ocorrem, essencialmente práticas como “interpretar e construir as representações”, “produzir relações” e “persuadir os outros membros da comunidade”, todas práticas epistêmicas gerais, da instância social “Comunicação”.

Colocada dessa forma, a questão segue uma lógica inversa da contribuição *para aprender a analisar dados e propor hipóteses para os fenômenos*, pois no caso da atividade, a hipótese vem antes dos dados. Mas por outro lado, ganha duas contribuições, a saber, *para motivar e despertar a atenção dos alunos*, e *para estimular a criatividade*, já que eles são encorajados a imaginar o que acontecerá antes mesmo de simular a situação pedida. E também esbarra na contribuição *para compreender a natureza da ciência e o papel do cientista em uma investigação*, pois implicitamente o aluno pode perceber “que as observações científicas não são puras ou desprovidas de quaisquer ideias teóricas do observador, ou ainda que não existe um único caminho para a resolução de um problema.” (OLIVEIRA, 2010, p. 145).

QUESTÃO:

Simule a situação descrita na questão anterior. O que você observou agora bateu com a previsão que fez antes? Justifique em que concordou e em que discordou.

INTERAÇÕES:

Turno	Transcrições	Comentários textuais
26	Aluno G: “Nestas opções, o simulador permite escolher o meio onde a luz se propaga. Simule a situação descrita na questão anterior.” Vamos lá. [...] O quê? Kkkkk Que que isso gente, num tô crendo nisso não! “O que você observou agora bateu com a previsão que fez antes? Justifique em que concordou e em que discordou.” A luz, ela não passou! Ela não passou para o outro meio!	Aluno percebe a reflexão total Prática epistêmica: Distinguindo conclusões de evidências
27	Aluno GZ: O meu passou!	
28	Aluno G: Quando você aumenta a angulação, tipo, aumenta mais de 45°, a luz não reflete, agora se você diminuir...	Prática epistêmica: - Utilizando dados para avaliação de teorias
29	Aluno GZ: Oh, nossa é verdade!	
30	Aluno G: Se diminuir ela reflete.	
31	Aluno GZ: quando cê tá em 50° ela não passa!	Aluno percebe uma regra. Prática epistêmica: - Construindo significados
32	Aluno G: É isso que eu tô falando, é isso que eu não entendi.	
33	Aluno GZ: A água realmente absorve tudo, ele reflete 100%.	Aluno faz uso da ferramenta medidor de intensidade
34	Aluno G: Aqui tá pedindo “O que você observou agora bateu com a previsão que fez antes? Justifique em que concordou e em que discordou.” Eu num concordei com essa questão do tipo [...] o raio num vai pro outro meio.	Prática epistêmica: - Utilizando dados para avaliação de teorias;
35	Aluno GZ: É pra dizer o que num concordou com a nossa previsão, não?	
36	Aluno G: É... É...	
37	Aluno G: Realmente a angulação, ela varia né?	
38	Aluno GZ: É, mas quando ele atinge uma angulação de 50, a água, ela reflete 100%. [...]	Aluno percebe uma regra. Prática epistêmica: - Construindo dados

A questão agora sugere um momento de avaliação dos alunos sobre se o que foi previsto por eles, foi o que de fato aconteceu. Fica evidente o desenvolvimento da instância “Avaliação” nesse ponto e de suas práticas epistêmicas gerais: “Coordenar teoria e evidência” e “Contrastar as conclusões (próprias ou alheias) com as evidências (avaliar a plausibilidade)”.

Nessa etapa, é mais relevante a contribuição *para detectar e corrigir erros conceituais dos alunos*, pois ao comparar o fato, verificado, com a previsão, certa ou errada, é criada uma situação onde o aluno possa compreender seu próprio erro ou acerto, além de poder assimilar novos conhecimentos, como nos turnos 31 e 38 em que a aluno percebe regras da reflexão total.

QUESTÃO:

Um peixe em uma lagoa olha para a superfície num ângulo de 50° . Ele enxergará o céu ou apenas o reflexo do fundo do lago? Faça um desenho abaixo, antes de simular essa situação.

INTERAÇÕES:

Turno	Transcrições	Comentários textuais
57	Aluno GZ: Tem que fazer um desenho. A gente sem querer acabou simulando o negócio antes.	Prática epistêmica: Executando estratégias orientadas por planos ou objetivos;
58	Aluno G: Agora eu quero saber como é que eu vou desenhar isso aqui?!	
59	Aluno GZ: põe a visão do peixe como se fosse saindo o LASER mesmo, num sei...	
60	Aluno G: Vou fazer tipo um aquário, colocar a água em cima e o ar em baixo, aí no lugar do LASER, faz o peixinho,	Prática epistêmica: Relacionando/traduzindo diferentes linguagens: observacional, representacional e teórica;
	Aluno GZ: Aí a visão dele coloca tipo [...] ela batendo aonde acaba água [superfície] e voltando pro fundo do lago.	
61	Aluno G: Hurum. Nossa, se ele colocar umas questões assim na prova eu ia ficar tão feliz!	Aluno compreendeu a questão.

Solicitar um desenho, como o apresentado na próxima imagem (Figura 3), auxilia principalmente *para estimular a criatividade* e desenvolver a prática epistêmica “interpretar e construir as representações”. E o professor pode também, tentar entender a interpretação feita pelos alunos do problema proposto, analisando o desenho.

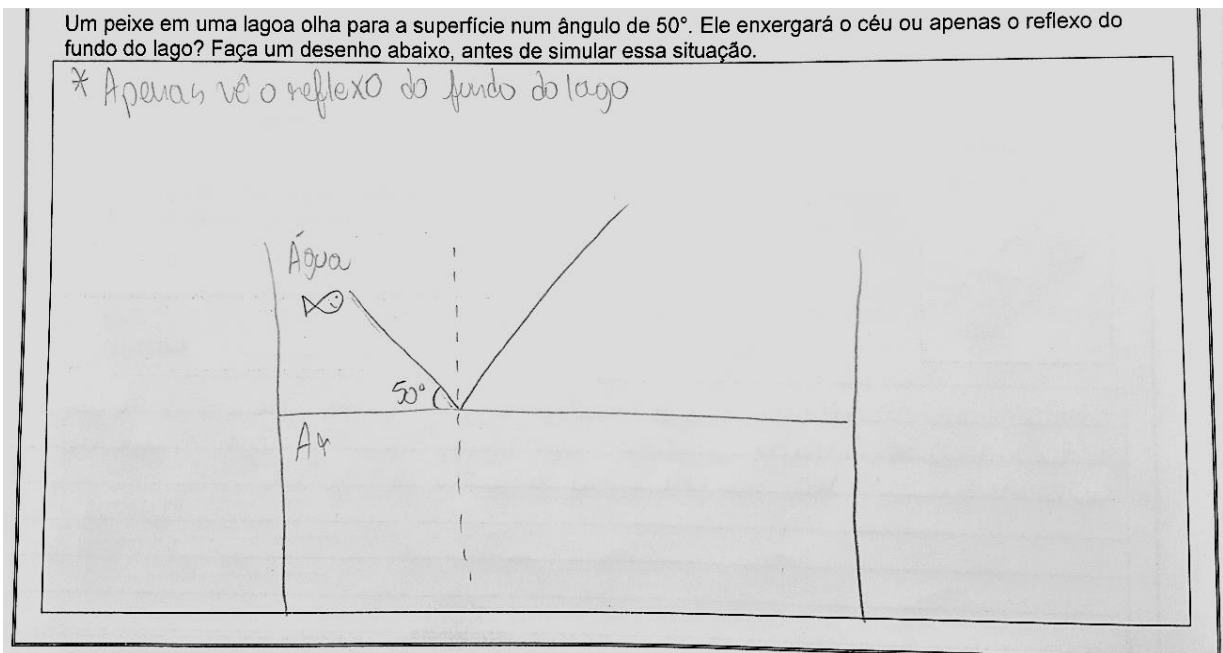


Figura 3

O desenho mostra que os alunos compreenderam a reflexão total, pois ilustraram o raio de luz refletindo em um ângulo de 50° com a superfície, se propagando apenas na água, não escapando para o ar e indo em direção ao peixe. O fato de o desenho ter sido representado de ponta cabeça – água na parte superior e ar na parte inferior – como descrito pelo aluno no turno 60, provavelmente se deve a posição do LASER ocupar apenas a parte superior do simulador.

QUESTÃO:

A luz se propaga mais rápido no ar ou na água? Verifique usando um dos medidores

O que essa diferença de rapidez e consequente mudança de direção da luz, tem a ver com a impressão de que uma piscina é mais rasa do que ela realmente é?

INTERAÇÃO:

Turno	Transcrições	Comentários textuais
111	Aluno G: Isso tem a ver por causa da... velocidade no qual a formação da imagem é na água e pra fora da água? Porque se você ver a imagem dentro da água, quando você vai ver pelo ar, é menos intenso. Então quer dizer que a imagem formada, ela vai ser... eu... eu num sei explicar isso!	Prática epistêmica: Articular os próprios saberes;
112	Aluno GZ: Eu também num sei não.	
113	Aluno G: Vou pesquisar isso no Google.	Prática epistêmica: - Considerando diferentes fontes de dados

Após pesquisa na internet, alunos não encontram uma resposta, e retomam a questão por conta própria.

Turno	Transcrições	Comentários textuais
119	Aluno GZ: Tipo assim, é como se a gente fosse o peixinho.	
120	Aluno G: hum.	
121	Aluno GZ: só que a gente tá fora d'agua.	
122	Aluno G: É.	
123	Aluno GZ: Num sei se tem a ver, [...] ele [peixe] tem lá seu raio de visão, a angulação que ele fica... num sei...	Prática epistêmica: - Articulando conhecimento técnico na execução de ações
(...)	(...)	(...)
126	Aluno GZ: O que que eu reparei, eu tô usando o comprimento que a onda tem [outra ferramenta] [...] quando cê tá num ângulo de 50° [...] a luz reflete normal, quando cê tá num ângulo de 41° ele reflete de uma maneira bem fraquinha.	Prática epistêmica: - Usando dados para avaliação de teorias

As verificações pontuam algo relevante para o problema, servindo como um direcionamento, pois a resposta está atrelada a elas. E das verificações, os alunos passam para um nível exploratório e mesmo diante da dificuldade, vemos que eles se empenham em chegar a uma resposta, “articulando os próprios saberes”. Essa insistência, mesmo diante da dificuldade – explicitada diante das tentativas de explicação pela apropriação de conceitos e transposição do discurso escolar, mais genérico, para um discurso científico – evidencia um Engajamento Disciplinar. (ENGLE; CONANT, 2002)

5.2.2. Episódio II: Interações responsivas à parte interpretativa

Nessa última parte, analisaremos o fechamento das questões levantadas e as sínteses e legitimações que a atividade pôde fornecer.

PROBLEMA:

a) Há alguma condição de incidência em que o raio refratado não sofra desvio? Tente descobrir alterando ângulo de incidência, índices de refração e medidores, e depois procure enunciar um princípio (regra) para que a ausência de desvio se dê.

INTERAÇÕES:

Turno	Transcrições	Comentários textuais
137	Aluno GZ: Os únicos momentos, tanto dentro ou fora d'água, seria num ângulo de 90° e num ângulo de 0° . Fora isso a água vai refletir esse LASER que tá atingindo ela.	
138	Aluno G: Sim. Mas se ele fala desvio, quando a gente coloca na angulação de... 0° a luz reflete, só que pra cima.	Aluno G entendeu a reflexão como desvio
139	Aluno GZ: É, mas não, ele [o raio] num tem um desvio, ele segue reto.	Aluno GZ explica que não se trata do raio refletido, mas sim do refratado. Prática epistêmica: - Articulando conhecimento técnico e conceitual
140	Aluno G: Há, entendi!	Alunos chegam a consenso. Prática epistêmica: Legitimação das ideias
(...)	(...)	(...)
145	Aluno G: [Enunciar] Alguma regra? Gente, algum cientista maluco já deve ter pensado nisso, né?!	Estranhamento
146	Aluno GZ: Ô aluno G! Quando ele [raio] tá no eixo das abcissas ou das ordenadas, nunca vai haver refração. Esse é que é o princípio!	Aluno chega a um princípio ou Lei. Prática epistêmica: - Distinguindo conclusões de evidências
147	Aluno G: Certeza?	
148	Aluno GZ:: Hurum!	Então aluna G aceita a resposta, e começa a escrevê-la. Prática epistêmica: Legitimação das ideias

Percebe-se que de uma maneira indireta, a contribuição *para compreender a natureza da ciência e o papel do cientista em uma investigação* se fez presente, pois quando os alunos foram solicitados a enunciar um princípio ou lei, houve um estranhamento, e uma imediata percepção de que isso é algo atribuído ao cientista, como pôde ser percebido no turno 145

PROBLEMA:

b) Há alguma condição de incidência em que 100% da radiação é refletida e zero é refratada? Tente descobrir alterando ângulo de incidência, índices de refração e medidores, e depois procure enunciar um princípio (regra) para que a chamada “reflexão total” ocorra na passagem entre meios.

INTERAÇÕES:

Turno	Transcrições	Comentários textuais
169	Aluno GZ: Do ar pra água, não existe esta condição. [...]	
170	Aluno G: No ar?	
171	Aluno GZ: [...] No ar essa condição não existe. Só existe se você estiver dentro da água.	Aluno chega a um princípio ou Lei. Prática epistêmica: - Distinguindo conclusões de evidências
172	Aluno G: Repara um negócio, se você colocar os dois meios iguais, a luz não refrata.	Aluno chega a um princípio ou Lei. Prática epistêmica: - Distinguindo conclusões de evidências
173	Aluno GZ: Você vai colocar isso?	
174	Aluno G: Vou. Então pode falar que quando o meio, ele tiver um índice de refração maior que o outro, e sua angulação for maior ou igual a 50° , não haverá refração.	Aluno se apropria do conceito de índice de refração. Prática epistêmica: - Usando conceitos para planejar e realizar ações (por exemplo no laboratório) Aluno chega às duas condições necessárias para haver reflexão total (1ª - Sentido de propagação do raio luminoso deve ser do meio de maior índice de refração para o de menor. 2ª - Ângulo de incidência maior que o ângulo limite) Prática epistêmica: - Construindo significados

Observa-se com o transcorrer da atividade, uma melhor articulação dos saberes, apropriação dos conceitos e principalmente um progresso intelectual, onde os alunos chegam a um entendimento mais profundo dos fenômenos, como visto no turno 174 em que os alunos descrevem as condições necessárias à reflexão total. Tal progresso é um dos indícios de Engajamento Disciplinar Produtivo (ENGLE; CONANT, 2002) onde os argumentos utilizados por eles se tornam cada vez mais sofisticados com o passar do tempo.

PROBLEMA:

c) Numa noite, quando um lago está muito tranquilo, com sua superfície lisa, uma pessoa brinca de apontar o laser para a água. Ao incidir na superfície do lago, há alguma possibilidade da luz ser refletida completamente? Justifique.

INTERAÇÕES:

Turno	Transcrições	Comentários textuais
195	Aluno GZ: Existe a possibilidade sim [...] Quando tá no ângulo de 0°, ele vai refletir... não... ele num vai refletir 100% não! A intensidade vai ser 97%. É, então não há não, aluno G.	Aluno faz uma verificação. Prática epistêmica: - Executando estratégias orientadas por planos ou objetivos
196	Aluno G: Não há possibilidade.	

Vemos que na parte interpretativa, as simulações foram suficientes para a dupla de alunos compreender os mecanismos básicos da refração e da reflexão, para desenvolver hipóteses, negociar ideias e, ir até mais além, chegando de fato à princípios gerais dos fenômenos explorados.

De uma forma geral, na atividade observa-se o desenvolvimento das três instâncias sociais “Produção”, “Comunicação” e “Avaliação”, pois a todo momento os alunos negociam ideias, tarefas e diretrizes para a solução dos problemas, tentam “dar sentido aos padrões de dados”, a “interpretar e construir as representações” e “contrastar as conclusões com as evidências”.

5.3. Atividade de Demonstração Experimental Dialogada

Vamos agora, analisar as interações discursivas decorrentes da atividade demonstrativa:

INTERAÇÕES:

Turno	Transcrições	Comentários textuais
1	Prof.: Então, aqui tá nossa molinha [...] vamos fazer pulsos de uma onda nela, vamos fazer uma onda se propagar nela como se fosse numa corda mas agora numa molinha. Eu vou pedir alguém pra me ajudar... pessoal podem chegar próximo aqui...	Prática epistêmica: - Executando estratégias orientadas por planos ou objetivos;
2	Prof.: Deem uma olhada, vocês estão vendo os menininhos fazendo pulsos na mola, gerando uma onda. Eu vou fazer aqui um pulso, e quero que vocês reparem o que vai acontecer com ele.	Prof. chama a atenção para o experimento. Prática epistêmica: - Monitorando o progresso
3	Alunos: Ohhh...	
4	Prof.: De novo... Repararam em alguma coisa?	
5	Aluno W: Ele volta,.	
6	Aluno E: Ele vai e volta.	
7	Prof.: Por que que vocês acham que isso aconteceu?	Prática epistêmica: - Monitorando o progresso
8	Aluno W: Porque toda ação tem uma reação.	

9	Prof.: Quem concorda? Ação e reação?	
10	Aluno M: Deixa eu ir agora...	Aluno pede para participar da demonstração e aluno que participava cede a vez.
11	Aluno E: Eu acho que é igual recalque... bate e volta!	Aluno aceita a explicação dada por W. Prática epistêmica: Legitimação das ideias.
12	Aluno MP: A força que cê implica, a tensão que cê faz nela... vai distender toda a mola, a que sobrar vai voltar.	Aluno levanta uma outra explicação. Prática epistêmica: - Utilizando dados para avaliação de teorias;
13	Prof.: Realmente acontece uma reação aqui, né?! O pulso bate nele [nas mãos do aluno que segura a extremidade da mola] e ele é empurrado de volta. Ele recebe essa força contrária, certo?	Prática epistêmica: - Seguindo o processo: questões, plano, evidências e conclusões;
14	Aluno MM: Professor, e as ondas são independentes não são?	
15	Prof.: [Gesto positivo] Você viu isso!?	
16	Prof.: Aqui galera... [...] Reparem só como que ele [pulso] volta.	Para demonstração da reflexão em uma extremidade fixa
17	Aluno MP: Mais fraquinho!	
18	Prof.: O que mais?	Professor aponta que algo mais não foi observado.
19	Aluno MP: E pelo outro lado.	
20	Prof.: Para outro lado! Todo mundo reparou nisso? Olha só... [repetição do experimento] a gente chama isso aqui de inversão de fase. Ele volta invertido.	Conceituando inversão de fase Prática epistêmica: - Construindo significados
21	Prof.: Agora vamos colocar isso aqui [haste], vocês acham que isso aqui vai alterar alguma coisa?	Para demonstração da reflexão em uma extremidade livre. A mola corre livremente pela haste. Prática epistêmica: - Negociando explicações
22	Aluno M: Deve né?! Porque é diferente [o procedimento] e tal... só por isso.	Aluno assume que se vamos fazer um procedimento diferente, aparecerão resultados diferentes.
23	Prof.: Vamos fazer assim, segure nas pontas [da haste], agora a mola tá livre pra correr aqui. Tranquilo?	
24	Alunos: Hurum...	
25	Prof.: Então faz um pulso aí Aluno D.	
26	Aluno E: Vai mais uma vez D!	
27	Aluno I: não senti nada	Aluno participa pela primeira vez.
28	Aluno W: Voltou pelo mesmo lado.	
29	Prof.: Voltou pelo mesmo lado. [...] Vou esticar um pouquinho [a mola] pra ver se fica mais fácil de ver. Vai lá...	Prática epistêmica: Monitorando o progresso;
30	Alunos: Não inverteu!	
31	Prof.: Não inverteu! Perceberam?!	
32	Aluno E: faz de novo.	
33	Alunos: Não inverteu!	
34	Aluno E: Ele [prof.] segurando inverteu.	

35	Prof.: Vamo de novo...	
36	Aluno W: Alá, num inverteu não!	
37	Aluno I: Quando segura [extremidade fixa] inverte.	
38	Prof.: de novo, oh... olha o meu [pulso] indo pro D...	
39	Alunos: mesmo lado.	Alunos chegam a consenso sobre a reflexão sem inversão de fase na extremidade livre. Prática epistêmica: Legitimação das ideias
40	Aluno W: Por que disso?	
41	Prof.: vou passar a pergunta, por que que acontece isso?	Prática epistêmica: - Negociando explicações
42	Aluno W: por que...	
43	Aluno I: Deus quis!	
44	Alunos: kkkkkkk	
45	Aluno MM: Por que a Física permite.	Aluno justifica o fato como algo natural.
46	Aluno MP: Faz de novo vai... beleza... ela voltou de um lado... agora solta... eu tô só gravando.	Aluno MP começa a investigar o experimento com aluno E. Prática epistêmica: Executando estratégias orientadas por planos ou objetivos;
47	Aluno E: Soltar?	
48	Aluno MP: É... hum... É porque num tem a barreira pra ele voltar, aí ele vai e joga pro outro lado. Não?	Prática epistêmica: - Distinguindo conclusões de evidências;
49	Prof.: Como que é? Explica pra galera.	Prática epistêmica: - Negociando explicações
50	Aluno MP: tipo que, se tá ali, ele num tem nada...	
51	Aluno W: porque sei lá... uma teoria que tem a ver com o eixo fixo...	
52	Prof.: por que, gente?	Prática epistêmica: - Negociando explicações
53	Aluno W: uma teoria, “quando o eixo da onda tá fixo...”	O aluno descreve a regularidade como uma regra, uma teoria. Prática epistêmica: - Construindo significados
54	Aluno MP: Num é que o eixo tá fixo	
55	Prof.: Tem a ver. Oh, primeiro, extremidade fixa a onda voltou invertida, né?! Então ela [onda] empurrou a mão pra cima e a mão tá parada, então ela recebe uma reação contrária... e?	Prática epistêmica: - Monitorando o progresso
56	Aluno W: E... inverte.	
57	Prof.: Volta invertida. Se tiver livre, o que acontece? Vamos pensar aqui juntos gente. Vamos supor que a onda tá chegando aqui...	Demonstração passo a passo da onda chegando na extremidade livre.

58	Aluno MP: Aí não tem o que parar ela!	
59	Prof.: Ela está livre para mover num é? Então ela vai?...	Prática epistêmica: - Monitorando o progresso
60	Alunos: continuar.	
61	Prof.: Então ela vai pra cima e volta... pra cima!	Demonstração passo a passo da onda refletindo na extremidade livre.
62	Aluno MP: Ah Sim!	Aluno compreende a explicação dada pelo professor.
63	Prof.: Tranquilo galera?	
64	Alunos: [gesto positivo]	Prática epistêmica: Legitimação das ideias

Durante a atividade demonstrativa, observa-se em relação às outras atividades, uma atuação mais marcante do professor, que conduz a atividade experimental e fornece suporte para sustentar as discussões entre os sujeitos envolvidos. Aparece na análise das discussões, em vários momentos a contribuição *para motivar e despertar a atenção dos alunos*, como quando por exemplo o professor chama a atenção da turma para o experimento (Turnos 2,15, 31 e 38) quando pergunta o motivo do ocorrido (Turnos 7 e 41) e instiga sobre novas possibilidades (Turno 18).

Em menor expressão, apareceu a contribuição *para desenvolver a iniciativa pessoal e a tomada de decisão* (Turno 49 e 55) quando o aluno é estimulado a tomar decisões e expressá-las para os demais. Já a contribuição *para estimular a criatividade* foi presente em boa parte da atividade, uma vez que a mesma foi realizada pelo professor com auxílio dos alunos, em uma participação ativa dos mesmos, tanto na manipulação e execução do experimento, quanto no desenvolvimento das discussões.

Continuemos as análises das interações discursivas:

Turno	Transcrições	Comentários textuais
65	Prof.: Outra propriedade, vamos ver [o que acontece] se a gente emitir dois pulsos ao mesmo tempo. Olha só gente, eles [Alunos D e MP] vão fazer dois pulsos juntos, o que vocês acham que vai acontecer?	Prática epistêmica: Executando estratégias orientadas por planos ou objetivos;
66	Aluno GH: Vai parar.	Aluno participa pela primeira vez.
67	Aluno MM: Não, os dois são independentes!	Aluno utiliza do conhecimento confirmado anteriormente – turnos 14 e 15
68	Aluno D: Não vai acontecer nada.	
69	Prof.: Quando encontrar vão se chocar?	Prática epistêmica: - Negociando explicações
70	Aluno M: Não, acho que volta a normal.	
71	Aluno D: Vai inverter o negócio [fase].	
72	Prof.: Vamo ver? Aí galera vai lá. [...] Que que aconteceu gente?	
73	Aluno MM: Ela foi [onda] e voltou invertida...	
74	Aluno E: Quando ela bate ela inverte de lado,	

	parece.	
75	Aluno W: Volta invertida, mesma intensidade e normal.	
76	Prof.: Elas interferem uma na outra?	
77	Alunos: Não!	
78	Prof.: Vocês tão reparando que uma não altera a outra? No momento em que uma sobe em cima da outra a gente chama de superposição. É muito rápido pra ver, né?!	Conceituando superposição Prática epistêmica: - Construindo significados - Relacionando/traduzindo diferentes linguagens: observacional e teórica;
79	Aluno MM: Coloca em “slow motion”.	Aluno sugere nova ferramenta de exploração.
80	Prof.: Alguém pode filmar em câmera lenta aí?	
81	Aluno MP: Aham, peraí.	
82	Aluno I: Para aí! Esperem pra filmar em câmera lenta!	Alunos tomam a frente do experimento.
83	Aluno E: Pode ir, aluno MM?	Prática epistêmica:
84	Aluno D: Espere aí! Vou fazer dos dois jeitos, depois a gente inverte, pode ser?	Executando estratégias orientadas por planos ou objetivos;
85	Prof.: Isso! Depois joga para a fase invertida pra gente ver.	Prática epistêmica: - Monitorando o progresso;
86	Aluno D: Quando eu falar já... Vai!	Logo depois há o movimento da mola.
87	Prof.: Agora joga para fase ao contrário.	
88	Aluno MM: Joga mais forte pra no filme ver melhor.	
89	Prof.: Conseguiu gravar? Então, primeiro, uma onda não destruiu a outra, não é? Não “matou” a outra. Elas continuam. Isso é o princípio da superposição. Certo? Vamos ver a gravação? Venham ver a gravação, menininhos!	Enquanto os alunos se organizam para visualizar a gravação, vários outros continuaram manuseando a mola e fazendo testes. Prática epistêmica: Monitorando o progresso;
90	Aluno K : A gente tinha que ver do mesmo lado.	Aluno participa pela primeira vez.
91	Prof.: Tem um momento que a corda, fica retinha, conseguiram ver?	Prática epistêmica: Monitorando o progresso
92	Aluno K: Professor, [inaudível]	
93	Prof.: Pode. Gente, dá uma olhada aqui na gravação. Tem um momento que uma onda sobe em cima da outra e depois a corda fica esticada.	Prática epistêmica: - Executando estratégias orientadas por planos ou objetivos;
94	Aluno D: Peraí, aluno L, faz assim, ó!	Um aluno pede para outro aluno parar de mexer a mola, e explica o que pretende fazer. Aluno L participa pela primeira vez
95	Prof.: Isso a gente chama de interferência destrutiva.	Conceituando interferência destrutiva. Prática epistêmica: - Construindo significados
96	Aluno K: Que doido!	Experimento cativa os alunos
97	Prof.: Legal?!	
98	Aluno I : Isso é arte!	
99	Prof.: Isso que vocês estão fazendo...	
100	Aluno I : Aí tem a crista, né?	Utilizando conceitos para interpretar os

		dados
101	Prof.: É! Continuem fazendo assim vocês dois. Cada um faz uma onda junto com o outro assim. Vamos ver! Olhem aí! O que está acontecendo?	Prática epistêmica: - Executando estratégias orientadas por planos ou objetivos;
102	Aluno MM: Já tá interferindo já.	
103	Aluno: Não tá dando mais nada.	
104	Prof.: Olha aí que legal o que eles fizeram. Isso! O que que é isso aí que está acontecendo?	Por vontade própria, os alunos aumentam drasticamente a frequência de oscilação da mola. Professor incentiva. Prática epistêmica: Monitorando o progresso;
105	Aluno D: É frequência?	
106	Prof.: É a frequência?	
107	Aluno MP: Frequência é da mão, é a minha mão que está mandando, não é não?	
108	Prof.: Isso. Muito bom! O que a sua mão está oscilando é a frequência que você está fazendo. Se os dois tiverem a mesma frequência, olha só, oscila mais ou menos com a mesma... Olha que legal que fica o formato da onda!	Prática epistêmica: -Legitimação de ideias

Apesar de ser uma atividade demonstrativa guiada pelo professor, ainda se observa a contribuição *para desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo*, nos momentos em que os alunos tomam a frente do experimento e tomam a liberdade de o explorar em vários momentos, desenvolvendo a prática de “produzir relações” (turnos 26-28, 32, 46-49, 79, 82, 86). Não sendo portanto, uma demonstração expositiva na qual os alunos assistem passivamente, mas sim, uma experiência dialogada, os alunos participam sugerindo hipóteses e estratégias às questões que são apresentadas pelo professor (turnos 8, 22, 50, 51, 53, 70-77, 79, 107) “contrastando as conclusões com as evidências” e “articulando os próprios saberes”.

Turno	Transcrições	Comentários textuais
109	Aluno M: Nó...	
110	Prof.: Uma onda está interferindo na outra. Não é isso?	Prática epistêmica: - Monitorando o progresso;
111	Aluno K: Não sabia.	
112	Prof.: Pensem assim: ele fazendo um pulso de uma ponta a outra, um pulso “sobe em cima” da outra, não é? Agora eles estão fazendo vários pulsos. Então o que é que está acontecendo?	Prática epistêmica: - Negociando explicações
113	Aluno D: Um “subiu em cima” do outro, a outra “subiu em cima” do outro, fica com os dois pulsos se encontrando.	Aluno participa pela primeira vez
114	Prof.: Isso. Todo mundo concorda? Eles fizeram um pulso de cá, outros fizeram um pulso de lá. Um pulso “subiu em cima” do outro. Eles ficaram fazendo vários pulsos. O que é que	Prática epistêmica: - Negociando explicações

	começou a acontecer?	
115	Aluno G: Vários pulsos “subiram em cima” do outro.	
116	Prof.: Diminuiu o comprimento de onda? Quem acha?	Prática epistêmica: - Negociando explicações
117	Aluno W: O comprimento vai [inaudível] Só interfere quando cada onda encontra com a outra. Agora como vai ter várias ondas, vai interferir...	
118	Prof.: Isso! Pessoal, vamos prestar atenção na resposta dos meninos. Eles deram uma explicação. Fala aluno W.	Prática epistêmica: Executando estratégias orientadas por planos ou objetivos;
119	Aluno W: O aluno I falou que interfere no comprimento da onda, mas eu acho que no comprimento não interfere não. Interfere é quando ele está fazendo um pulso de cá, e ele (o outro aluno) está fazendo o pulso de lá. Antes quando era só um pulso só, ia só uma onda, elas passavam em cima da outra sem nenhuma interferência. Mas como agora são várias ondas, aí vai começar a interferir na, na...	Prática epistêmica: - Articulando conhecimento técnico na execução de ações
120	Aluno D: altura.	
121	Aluno W: É, nas ondas que serão formadas ali.	
122	Prof.: Vocês repararam também que quando você faz um pulso, ele bate e volta várias vezes, né? Até ele ser absorvido e vai desaparecer porque a energia dele vai ser dissipada. Mas agora quando você está fazendo continuamente, você tá refletindo isso o tempo todo, e do lado de cá também, não é?	Prática epistêmica: - Construindo significados
123	Aluno MM: É.	
124	Prof.: Então são reflexões que estão acontecendo o que aqui?	
125	Aluno W: Continuamente.	
126	Prof.: Continuamente refletidas e uma?	Prática epistêmica: - Negociando explicações
127	Aluno W: Somando com a outra.	
128	Prof.: Somando com a outra! Todo mundo entendeu? Agora vou fazer um pulso diferente. Estava todo mundo oscilando assim, não é? Agora se eu oscilar assim, vocês acham que vai funcionar ou não? Essa onda vai propagar?	O professor irá fazer um pulso longitudinal. Prática epistêmica: - Negociando explicações
129	Aluno MP: De qualquer jeito.	
	Prof.: Eu vou fazer assim: em vez de oscilar assim, eu vou oscilar assim. Vocês acham que isso funciona?	
130	Aluno MP: Acho que sim,	
131	Aluno W: Acho que não.	
132	Aluno MP: Funciona. Você vai estar fazendo uma força nela.	Prática epistêmica: Justificando as próprias conclusões
133	Aluno W: Eu acho que se você fizer assim, uma onda vai, igualar... igualar a zero. Tipo: quando	Prática epistêmica: - Apresentando suas próprias ideias e

	ele fizer assim, uma onda vai se chocar com a outra, mas não vai dar continuidade.	ênfatizando os aspectos cruciais; - Justificando as próprias conclusões
134	Prof.: Mas ela vai propagar se eu fizer assim?	Prática epistêmica: - Negociando explicações
135	Aluno W: Assim como?	
136	Prof.: Vou pegar aqui e soltar.	
137	Aluno MP: Vai.	
138	Prof.: Pode ir? O que é que você acha?	
139	Aluno W: Eu acho que pode formar uma onda.	
140	Prof.: Pode ir? Olha aí!	Acontece a propagação longitudinal de um pulso.
141	Aluno M: Oh!	
142	Prof.: Vocês enxergaram o pulsinho viajando?	
143	Aluno D: Faz de novo.	
144	Prof.: É difícil de ver.	
145	Aluno W: Ele vai e volta também.	Aluno observa a reflexão do pulso longitudinal. Prática epistêmica: - Construindo dados
146	Prof.: Vocês repararam que ele vai e volta também? Isso a gente chama de reflexão. Então toda onda a gente vai dizer que ela sofre reflexão.	Conceituando reflexão. Prática epistêmica: - Construindo significados

Nota-se que, sempre que necessário, a atividade demonstrativa permite ao professor introduzir conceitos científicos ou mesmo nomeá-los. Assim, a contribuição, *para aprender conceitos científicos*, apareceu nos turnos 20, 78, 95 e 146 dessa atividade; quando o professor conceituou diversos fenômenos ondulatórios como, inversão de fase, superposição, interferência destrutiva e reflexão.

147	Aluno I: E se caso, por exemplo, tudo aqui “é” de metal e colocasse um anel de madeira? Aí não ia passar não, né?	Aluno imagina novas possibilidades para experimentação.
148	Prof.: Se a onda trocar de meio, o que vocês acham que acontece? A onda pode trocar de meio?	Prática epistêmica: - Negociando explicações
149	Aluno MM: Não.	
150	Prof.: A gente estudou ótica, não é mesmo? Ela poderia passar do ar para a água?	Prática epistêmica: - Considerando diferentes fontes de dados;
151	Aluno MM: Não.	
152	Prof.: A luz é uma onda, não é? Ela passava do ar para a água?	
153	Aluno W: Passa. Só que dependendo, pode ser diferente, com intensidade maior ou menor.	
154	Prof.: Isso. A onda pode trocar de meio também. Então se eu trocar essa mola por uma mais grossa na ponta por um outro tipo de corda, também a onda pode passar. O que vai mudar	Professor fornece explicação. Prática epistêmica: Construindo significados;

	nela vai ser a velocidade e o comprimento de onda. A frequência a gente viu que depende do?	
155	Aluno D: Pulso.	
156	Aluno W: Mão.	
157	Prof.: Isso, dá mão, da fonte que tá realizando o movimento. Vamos fazer longitudinal de novo que ela é muito legal, ó!	Prática epistêmica: - Executando estratégias orientadas por planos ou objetivos
158	Aluno I: Se os dois fizerem ao mesmo tempo...	Experimento está com os alunos
159	Prof.: Se os dois fizerem ao mesmo tempo, o que acontece?	Prática epistêmica: - Negociando explicações
160	Aluno MP: Não vai interferir.	
161	Aluno D: Aumenta a tensão, aí?!	Prática epistêmica:
162	Prof.: Elas vão se chocar e destruir? Quem acha que elas vão se chocar e destruir? Ninguém? Quem acha que ela vai passar e não vai dar nada? [não vão se destruir]	- Utilizando conceitos para planejar e realizar ações
163	Aluno MM: Vai passar e não dar nada.	
164	Prof.: Vai passar e não vai dar nada? Todo mundo concorda?	Prática epistêmica: - Negociando explicações
165	Aluno MP: Não dá pra perceber.	
166	Prof.: É difícil de enxergar, né?	
167	Aluno D: oh... 3, 2, 1...	
168	Aluno MP: Com a mesma força dá.	
169	Prof.: Eu consegui ver. Conseguiu ver?	
170	Aluno MP: Coloque nesse quadradinho aí; de onde tiver marcando aqui na frente, você vai puxar um azulejo para trás.	Aluno tenta padronizar o tamanho do pulso medindo pelo azulejo do chão.
171	Prof.: Muito bem! Por que isso?	Prática epistêmica: - Monitorando o progresso;
172	Aluno MP: Aí! Agora vai ter a mesma distância, vai ter com a mesma força.	Prática epistêmica: - Justificando as próprias conclusões;
173	Prof.: Ok!	Prática epistêmica: - Legitimação das ideias
174	Aluno MP: Um, dois, três e...	alunos movimentam a mola
175	Aluno MF: ah... são independentes.	Aluno se manifesta pela primeira vez.
176	Aluno: Vai de novo!	
177	Prof.: Elas bateram e destruíram?	
178	Aluno: Não.	
179	Prof.: Não, né?! Elas bateram e fizeram superposição. Elas conseguem passar!	Prática epistêmica: - Legitimação das ideias

Vimos até aqui, apenas 20 minutos da atividade que se estendeu por aproximadamente 50 minutos, mas que, já revelou por parte dos alunos, participação ativa, exploração e manipulação dos experimentos, iniciativa, investigação dos fenômenos, levantamento de hipóteses e sustentação das discussões; onde as instâncias sociais a todo o momento são desenvolvidas. Durante toda a atividade os estudantes se mantiveram engajados e motivados na exploração do experimento, e se não fosse o fim da aula, cremos que continuariam a explorá-lo, sendo portanto, essa atividade, bastante eficiente *para motivar e despertar a*

atenção dos alunos. Esse e outros aspectos como: os estudantes frequentemente expressarem envolvimento de grande interesse com os temas, poucos estudantes encontraram-se dispersos com suas contribuições estando em sintonia com aquelas apresentadas pelos colegas em turnos anteriores, sem consistirem, portanto, em comentários isolados; são indícios de Engajamento Disciplinar Produtivo (ENGLE; CONANT, 2002)

A contribuição *para aprender a analisar dados e propor hipóteses para os fenômenos* também foi desenvolvida na atividade demonstrativa (turnos 8, 12, 48, 51-55, 117 e 119), quando os alunos passaram de um nível descritivo para um nível explicativo dos fenômenos, fazendo uso de modelos desenvolvidos por eles.

Em qualquer momento que julgar necessário, o professor pode também usar a atividade demonstrativa aberta *para detectar e corrigir erros conceituais dos alunos*, como por exemplo, aconteceu até aqui nos turnos 55, 61 e 157.

6. SÍNTESE

De uma maneira qualitativa e para melhor visualizarmos o panorama geral das contribuições das três atividades experimentais deste trabalho, a saber: Laboratório Físico; Laboratório Virtual; Demonstração Dialogada, foi organizado abaixo (quadro 2), um comparativo entre as abordagens quanto ao seu grau de incidência – raro, eventual, frequente; das possíveis contribuições apresentadas por Oliveira (2010).

CONTRIBUIÇÃO	Laboratório Físico	Laboratório Virtual	Demonstração Dialogada
a) Para motivar e despertar a atenção dos alunos	frequente	frequente	frequente
b) Para desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo	frequente	frequente	eventual
c) Para desenvolver a iniciativa pessoal e a tomada de decisão	frequente	frequente	eventual
d) Para estimular a criatividade	frequente	frequente	frequente
e) Para aprimorar a capacidade de observação e registro de informações	frequente	frequente	eventual
f) Para aprender a analisar dados e propor hipóteses para os fenômenos	frequente	frequente	frequente
g) Para aprender conceitos científicos	eventual	eventual	frequente
h) Para detectar e corrigir erros conceituais dos alunos	frequente	frequente	frequente
i) Para compreender a natureza da ciência e o papel do cientista em uma investigação	raro	eventual	raro
j) Para compreender as relações entre ciência, tecnologia e sociedade	raro	raro	raro
k) Para aprimorar habilidades manipulativas	frequente	frequente	eventual

Quadro 2: Comparativo entre as abordagens quanto ao seu grau de incidência para as possíveis contribuições das atividades experimentais

As três abordagens, Laboratório Físico, Laboratório Virtual e Demonstração Dialogada, contribuíram *para motivar e despertar a atenção dos alunos*, pois nessas abordagens houveram vários elementos instigadores, como as questões propostas, os elementos do experimento e o próprio formato das atividades que permitiram um ambiente de exploração, estimulador de diálogo, de negociação de ideias, onde os alunos mostraram empenho na construção de conhecimento.

As abordagens no Laboratório Físico e no Laboratório Virtual contribuíram principalmente *para desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo*, devido ao seu formato; já a Demonstração Dialogada teve uma eventual incidência, pois apenas em momentos específicos dessa atividade, alguns alunos trabalharam em grupo na investigação do experimento.

A contribuição *para desenvolver a iniciativa pessoal e a tomada de decisão* se viu presente principalmente nas abordagens de Laboratório Físico e Laboratório Virtual onde há maior número de alunos envolvidos de forma ativa com o experimento. A abordagem Demonstração Dialogada eventualmente desenvolve essa contribuição, e atingindo uma quantidade menor de alunos.

A contribuição *para estimular a criatividade* foi frequentemente desenvolvida nas três abordagens, principalmente porque os alunos foram, nos três casos, direcionados tanto “para executar quanto para auxiliar na montagem do experimento; instigando-os a pensar antes da execução do experimento sobre os possíveis resultados a serem obtidos; solicitando que façam desenhos ou esquemas que representem a atividade experimental”. (OLIVEIRA, 2010, p. 143)

As atividades no Laboratório Físico e Demonstração Dialogada exigiram atenção aos fenômenos ocorridos para construção e registro de respostas nos roteiros, contribuindo *para aprimorar a capacidade de observação e registro de informações*; a atividade de Demonstração Dialogada, embora tenha contribuído para aprimorar a capacidade de observação, ela não exigiu registro de informações.

Em todas as atividades a contribuição *para aprender a analisar dados e propor hipóteses para os fenômenos*, ocorreu frequentemente, como pôde ser observado nas nossas análises das interações discursivas e no desenvolvimento das práticas epistêmicas gerais como, “dar sentido aos padrões de dados”, “produzir relações” e “coordenar teoria e evidência”.

Para aprender conceitos científicos, a atividade de Demonstração Dialogada se sobressaiu, nela o professor pôde inserir e contextualizar os conceitos científicos em todo momento julgado necessário. A atividade no Laboratório Físico contribuiu eventualmente, como quando evidenciou as diferenças entre calor e temperatura. E a atividade no Laboratório Virtual também, quando no uso do simulador, foram inseridos conceitos como, índice de refração, ângulo de incidência, raio de luz, etc.; embora não tenha havido uma conceituação precisa desses termos.

Consideramos que todas as abordagens, proporcionaram boas oportunidades ao professor *para detectar e corrigir erros conceituais dos alunos*. Nas abordagens Laboratório Físico e Laboratório Virtual, isso pôde ser feito tanto diretamente nas dúvidas levantadas pelos alunos, quanto na análise dos roteiros das atividades entregues por eles. Na abordagem Demonstração Dialogada, isso pode ser feito durante um processo de construção, nos diálogos mantidos entre professor-aluno e aluno-aluno.

A contribuição *para compreender a natureza da ciência e o papel do cientista em uma investigação*, teve pouca expressão nas abordagens Laboratório Físico e Demonstração Dialogada. Já a abordagem Laboratório Virtual, teve um eventual grau de incidência quando por exemplo, os alunos tiveram que formular hipóteses antes de realizarem as simulações, invertendo o sentido mais tradicional de pesquisa, evidenciando que não existe um só caminho a percorrer ou método científico (OLIVEIRA, 2010); ou quando eles foram solicitados a enunciar princípios e leis gerais, onde indiretamente perceberam que isso é algo atribuído ao cientista, como pôde ser percebido na fala do aluno G (turno 145 do item 5.2.2): “Alguma regra? Gente, algum cientista maluco já deve ter pensado nisso, né?!”.

A contribuição *para compreender as relações entre ciência, tecnologia e sociedade*, teve pouca expressão nas três abordagens, mas acreditamos que isso não é devido a uma característica intrínseca da abordagem, mas apenas que, não foram temas especificamente abordados neste trabalho.

O Laboratório Virtual teve um grau frequente de incidência, *para aprimorar habilidades manipulativas*, pois embora estas sejam de natureza diferente daquelas desenvolvidas em um laboratório físico, os alunos, na manipulação de um experimento virtual, aprimoram habilidades com ferramentas eletrônicas, bem como a capacidade necessária para se operar toda a plataforma e estrutura do simulador, com sua linguagem e simbologia específicas. Em seguida a abordagem Demonstração Dialogada pode ser considerada com um grau eventual de incidência, apesar da participação direta de vários alunos no experimento, alguns ainda se mantiveram distantes e não o manipularam. Já na

abordagem Laboratório Físico, a participação dos alunos na manipulação dos experimentos foi bastante evidente, onde praticamente todos os estudantes interagiram diretamente com o manuseio dos materiais e com os procedimentos do experimento em si.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho, buscamos compreender as diferenças entre distintas abordagens de atividades experimentais no que diz respeito ao papel do professor, ao grau de direcionamento, às práticas epistêmicas incentivadas e às contribuições formativas para o ensino e aprendizagem de Física dos educandos.

Então, qual foi o papel do professor na condução de cada abordagem? Vimos que as atividades, com seus diferentes graus de direcionamento (ARAÚJO; ABIB, 2003), conduziram a específicas contribuições aos educandos (OLIVEIRA, 2010). O professor, primeiramente, deve ter claro quais objetivos almeja alcançar e quais as possibilidades que cada diferente abordagem pode oferecer a esses objetivos. Na atividade realizada no “Laboratório Físico em pequenos grupos” por exemplo, nosso objetivo, entre outros, era criar um ambiente lúdico, de exploração e favorecedor de interações discursivas. Vimos que, a atividade levou a um ambiente de aprendizado, com boa aceitação dos alunos e mesmo com um roteiro diretivo, a atividade levou à exploração dos fenômenos físicos e à formação de diversos modelos explicativos. As provocações realizadas na atividade, pelo professor e a sua condução, são sempre no sentido de não “dar respostas prontas” e de estimular o debate e a exploração do experimento.

Na atividade realizada no “Laboratório Virtual em dupla”, objetivamos o contato direto dos alunos com o experimento e suas ferramentas, onde os alunos puderam principalmente: manipular, observar, medir, generalizar e verificar os fenômenos físicos; desse modo priorizou-se a observação e análise de dados em detrimento da construção de modelos explicativos. Observou-se que para essa atividade, poucas duplas requisitaram ajuda do professor e quando o faziam, a ajuda era na maioria dos casos, sobre a manipulação do simulador. Já na atividade “Demonstrativa Dialogada”, a condução do professor foi bem mais marcante. O objetivo era que a atividade fosse dialogada e que tivesse características que permitissem a exploração de ideias, debates e argumentações por parte dos alunos, assim o professor buscou principalmente, negociar explicações e estimular a investigação, além de aproveitar diversos momentos para conceituar os fenômenos observados pela primeira vez.

Quais as potencialidades e limitações de cada abordagem experimental para a construção das práticas epistêmicas em sala de aula? Verificamos com o auxílio das práticas epistêmicas à nossa análise discursiva, os movimentos epistêmicos dos alunos na construção do conhecimento, e como elas permitiram entender, o modo como os alunos se apropriaram dos conhecimentos construídos no transcorrer das atividades (SILVA, 2009). O uso das

atividades com diferentes enfoques e finalidades gerou uma maior gama de possibilidades que enriqueceram o momento de aprendizagem dos alunos. Assim, as atividades se complementaram mostrando-se ótimas fontes de dinâmicos debates com movimentos que perpassaram todas as instâncias sociais e o desenvolvimento de suas diversas práticas epistêmicas (KELLY, 2008; SASSERON e DUSCHL, 2016; SANDOVAL, 2004; SILVA, 2015). Nós também pudemos perceber a incidência das diversas contribuições aos educandos, apresentadas por Oliveira (2010) no transcorrer das três abordagens de atividades experimentais realizadas, que foram então, sintetizadas no nosso quadro 2.

Uma das limitações gerais deste trabalho é que a especificidade das atividades desenvolvidas, proporcionaram também, especificidades das contribuições desenvolvidas; mas se por um lado isso é uma limitação, salientamos que, por outro lado, outras escolhas com outras abordagens, poderiam potencializar outras contribuições e outras práticas epistêmicas. Cremos que, o quadro síntese, o e-book formulado como produto deste trabalho e as atividades elaboradas, ainda que colocadas em um contexto específico, podem nortear os docentes na escolha do que pretendem desenvolver com seus educandos, quais práticas epistêmicas desejam potencializar e quais contribuições pretendem explorar.

Aos roteiros (nos apêndices), os professores podem se apropriar, adaptá-los a um novo contexto – atentando que para tornar as atividades efetivas e facilitadoras da aprendizagem, elas devem ser cuidadosamente planejadas, considerando-se os objetivos pretendidos, os recursos disponíveis e os conhecimentos prévios dos estudantes (BORGES, 2002) – no sentido de se incrementar a incidência das contribuições ou das práticas epistêmicas, bem como fazer uso de novos experimentos e atividades que queiram desenvolver, com diferentes abordagens, ampliando seu horizonte de possibilidades e assim, contribuindo de várias formas para sua prática docente, da mesma forma que contribuiu para a própria prática do professor pesquisador deste trabalho.

Além da intenção de incentivar mudanças na prática docente, pelo uso das diversas abordagens no cotidiano da sala de aula, cabe incentivar também futuras implicações, com novos focos de pesquisa, como uma reavaliação da tabela-síntese mediante as mesmas três abordagens investigadas, mas em novos roteiros e contextos envolvendo conceitos de outras subáreas da Física ou mesmo com um novo conjunto de diferentes abordagens, observando-se também, como se darão os desenvolvimentos em relação às práticas epistêmicas e suas instâncias sociais.

8. REFERÊNCIAS

AGUIAR Jr., O. Calor e Temperatura no ensino fundamental: Relações entre o ensino e a aprendizagem numa perspectiva construtivista, 1999.

_____; FILOCRE, J. O planejamento do ensino a partir de um modelo para mudanças cognitivas: Um exemplo na Física Térmica, 2002.

ALMEIDA, T.D.Q. Contribuições do uso de atividades experimentais demonstrativas para as aulas de física de uma sequência sobre potência elétrica, 2016.

ARAÚJO, A. O. O uso do tempo e das práticas epistêmicas em aulas práticas de química, 2008.

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 25, n. 2, jun, 2003.

BOGDAN, Robert C.; BIKLEN, Sari Knopp. Investigação qualitativa em educação – uma introdução à teoria e aos métodos, 1994.

BORGES, A, T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências, 2002.

CABALLERO, C.; MOREIRA, M,A.;NEVES, M.S. Repensando o papel do trabalho experimental, na aprendizagem da física, em sala de aula - um estudo exploratório, 2006.

CAJAL, Irene Baleroni. A interação de sala de aula: como o professor reage às falas iniciadas pelos alunos? In: COX, Maria Inês Pagliarini. Cenas de sala de aula. Campinas: Mercado de Letras, 2001.

CARVALHO, A. M. P.; O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas, 2012

COUTO, Francisco Pazzini do; AGUIAR, Orlando Jr. Sustentando o interesse e engajamento dos estudantes: Análise do discurso em atividade demonstrativa de física, 2009.

DOLZ, Joaquim; SCHNEUWLY, Bernard. Sequências didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento. Gêneros orais e escritos na escola. Campinas: Mercado de Letras, 2004.

ENGLE, R. A.; CONANT, F. R.. Guiding principles for fostering productive disciplinary engagement: explaining an emergent argument in a community of learners classroom, 2002.

FORÇA, A. C.; LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M. Atividades experimentais no ensino de Física: teoria e práticas, 2005

GELMAN, R. Unpublished comments at the Conference Commemorating the Contributions of Ann Brown to Children's Learning, Berkeley, CA, 2001.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.11, n.2, p.219-238, 2006

HATANO, G.; INAGAKI, K. Sharing cognition through collective comprehension activity, 1991.

HODSON, D. Experimentos na ciência e no Ensino de ciências. *Educational Philosophy and Theory*, 1988.

KELLY, G.J. Inquiry, activity and epistemic practice. *Scientific Inquiry: recommendations for research and implementation*, 2008

LABURÚ, C. E. Fundamentos para um experimento cativante. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, 2006.

MALHEIRO, J.M.S. Atividades experimentais no ensino de ciências: limites e possibilidades, 2016.

MUNFORD, D.; LIMA, M, E, C C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo?, 2007.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. *Acta Scientiae*, Canoas, v.12, n.1, p.139-153, 2010.

RAUBER A. G.; QUARTIERI M. T.; DULLIUS M. M. Contribuições das atividades experimentais para o despertar científico de alunos do ensino médio. *Revista Brasileira de ensino de ciência e tecnologia*, 2017.

SILVA, A.C. T. Interações Discursivas e Práticas Epistêmicas em salas de aula de Ciências, 2015.

SILVA, F.A. R. O ensino por investigação e as práticas epistêmicas: referencias para a análise da dinâmica discursiva da disciplina "projetos em bioquímica", 2009.

SANDOVAL, W. A. Understanding Students' Practical Epistemologies and Their Influence on Learning Through Inquiry, 2004.

SASSERON, L. H.; DUSCHL R. A. Ensino de ciências e as práticas epistêmicas: O papel do professor e o engajamento dos estudantes, 2016.

SOUZA, T. N.; Engajamento Disciplinar Produtivo e o Ensino por Investigação: estudo de caso em aulas de Física no Ensino Médio, 2015.

ANEXO 1

AUTORIZAÇÃO DA ESCOLA PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA

À direção do Colégio.

Sr. Diretor,

Solicitamos sua autorização para iniciar nas aulas de Física um acompanhamento para a pesquisa acadêmica no tema: “O Uso de atividades práticas em Física para fomentar engajamento disciplinar produtivo”, com a participação do professor de Física Fabiano Vasconcelos Dias, aluno de mestrado da Faculdade de Educação da UFMG sob orientação do Professor Doutor Juarez Melgaço Valadares.

Entende-se que existe uma grande dificuldade ou até mesmo aversão de muitos estudantes pelo estudo da Física. E também uma grande dificuldade por parte dos professores em lidar com esse cenário, em romper esse paradigma, motivar os alunos, dar significado ao estudo, relacionar a Física com o “mundo real” ou “mundo dos fenômenos”, aproximando-a do cotidiano dos alunos. Pesquisadores têm apontado na literatura nacional recente, a importância das atividades experimentais na aprendizagem, sua capacidade em tornar essas dificuldades menores e ampliar a construção do conhecimento. Considerando isso, propomos oferecer ao professor um material diferenciado que envolva atividades de experimentação com os conteúdos da Física, na intenção de torná-la menos estranha, mais natural para o estudante. Além de dialogar com o aluno e seu cotidiano, com a tecnologia, a sociedade, e permitir a construção de conhecimentos significativos.

A pesquisa envolverá gravação em áudio e vídeo das aulas de Física com o objetivo de analisar cautelosamente os discursos e comportamentos apresentados pelos alunos durante as aulas. Será gravada a participação dos estudantes em momentos de discussão coletiva, interação com os colegas e as participações verbais durante as aulas e as suas produções escritas. O professor elaborou um conjunto de atividades que irão abordar os diferentes aspectos do ensino, como as relações entre o conhecimento comum e o conhecimento científico, as interações e o discurso em sala de aula, a Física no cotidiano e práticas de laboratório. Ele irá aplicar e analisar a aplicação em sala de aula a partir de dados obtidos no seu desenvolvimento para constituir uma versão final do material didático com recomendações aos professores de Física.

A pesquisa apresenta riscos mínimos à sua saúde e bem estar, porém o professor estará atento e disposto a diminuir ao máximo esses riscos e desconfortos. Entendemos que o principal risco envolvido nesta pesquisa está na divulgação indevida da identidade da escola, professor e alunos, nesse caso, nos propomos a realizar todos os esforços possíveis para preservá-la. Os registros em áudio e vídeo não serão, portanto, utilizados para avaliação de condutas nem para público externo ou interno. Os resultados da pesquisa serão comunicados utilizando nomes fictícios para os estudantes, mantendo assim, sua identidade preservada. Esses registros em áudio farão parte de um banco de dados que poderão ser utilizados nesta e em outras pesquisas do grupo do qual os pesquisadores fazem parte.

A pesquisa será realizada apenas com a autorização da direção da escola, do consentimento de pais e /ou responsáveis e de todos os alunos que participarão. A participação na pesquisa não envolverá qualquer natureza de gastos, tanto para V. S^a. quanto para os demais envolvidos. Os gastos previstos serão custeados pelo pesquisador principal que também assume os riscos e danos que por ventura vierem a acontecer com os equipamentos e incidentes com os alunos em sua companhia, durante o processo. Está garantida a indenização em casos de eventuais danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial.

Em qualquer momento V. S^a, você poderá solicitar esclarecimentos sobre a metodologia de coleta e análise dos dados através do telefone (31) 971379038 ou pelo e-mail: fabiano.fisica@yahoo.com.br. Caso deseje recusar a participação ou retirar o seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, tem total liberdade para fazê-lo.

Sentindo-se esclarecido (a) em relação à proposta e concordando que o Colégio, participe voluntariamente desta pesquisa, peço-lhe a gentileza de assinar e devolver a autorização, assinando em duas vias, sendo que uma das vias ficará com V. Sa e a outra será arquivada pelos pesquisadores por cinco anos, de acordo com a Resolução 466/2012.

Atenciosamente,


Fabiano Vasconcelos Dias (Professor de Física e aluno do Mestrado)


Juarez Melgaço Valadares (Orientador da pesquisa)

Agradecemos desde já sua colaboração

- Concordo e autorizo a realização da pesquisa, com gravação das atividades de Física, nos termos propostos.
 Discordo e desautorizo a realização da pesquisa.

Nome do diretor(a): DANILO ANTÔNIO COSTA NOGUEIRA


Assinatura do diretor(a)

Belo Horizonte 21 de março de 2017

Comitê de Ética na Pesquisa/UFMG

Av. Antônio Carlos, 6627 - Unidade Administrativa II - 2º andar/ sala 2005 - Campus Pampulha - Belo Horizonte, MG Fone: 31 3409-4592 CEP 31270-901 e-mail: coep@prpq.ufmg.br

ANEXO 2

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DO MENOR (TALE)

Aos alunos do 2º ano do Ensino Médio

Prezados alunos,

Estamos iniciando nas aulas de Física um acompanhamento para a pesquisa acadêmica no tema: “O Uso de atividades práticas em Física para fomentar engajamento disciplinar produtivo”, com a participação do professor de Física Fabiano Vasconcelos Dias, aluno de mestrado da Faculdade de Educação da UFMG.

A pesquisa será realizada apenas com consentimento de pais e /ou responsáveis e de todos os alunos que participarão. A participação na pesquisa não envolverá qualquer natureza de gastos, tanto para V. S^a. quanto para os demais envolvidos. Os gastos previstos serão custeados pelo pesquisador principal que também assume os riscos e danos que por ventura vierem a acontecer com os equipamentos e incidentes com os alunos em sua companhia, durante o processo. Está garantida a indenização em casos de eventuais danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial.

A pesquisa envolverá gravação em áudio e vídeo das aulas de Física com o objetivo de analisar cautelosamente os discursos e comportamentos apresentados pelos alunos durante as aulas. Será gravada a participação dos estudantes em momentos de discussão coletiva, interação com os colegas e as participações verbais durante as aulas e as suas produções escritas. O professor elaborou um conjunto de atividades que irão abordar os diferentes aspectos do ensino, como as relações entre o conhecimento comum e o conhecimento científico, as interações e o discurso em sala de aula, a Física no cotidiano e práticas de laboratório. Ele irá aplicar e analisar a aplicação em sala de aula a partir de dados obtidos no seu desenvolvimento para constituir uma versão final do material didático com recomendações aos professores de Física.

Entende-se que existe uma grande dificuldade ou até mesmo aversão de muitos estudantes pelo estudo da Física. E também uma grande dificuldade por parte dos professores em lidar com esse cenário, em romper esse paradigma, motivar os alunos, dar significado ao estudo, relacionar a Física com o “mundo real” ou “mundo dos fenômenos”, aproximando-a do cotidiano dos alunos. Pesquisadores têm apontado na literatura nacional recente, a importância das atividades experimentais na aprendizagem, sua capacidade em tornar essas dificuldades menores e ampliar a construção do conhecimento. Considerando isso, propomos oferecer ao professor um material diferenciado que envolva atividades de experimentação com os conteúdos da Física, na intenção de torná-la menos estranha, mais natural para o estudante. Além de dialogar com o aluno e seu cotidiano, com a tecnologia, a sociedade, e permitir a construção de conhecimentos significativos.

Vocês não serão obrigados a fazer qualquer atividade que extrapole suas tarefas escolares comuns e o registro dos áudios será de uso exclusivo para fins da pesquisa. Não serão, portanto, utilizados para avaliação de condutas nem para público externo ou interno. Os resultados da pesquisa serão comunicados utilizando nomes fictícios, mantendo, assim, sua identidade preservada. Os registros em áudio farão parte de um banco de dados que poderão ser utilizados nesta e em outras pesquisas do grupo do qual os pesquisadores fazem parte.

Em qualquer momento, você poderá solicitar esclarecimentos sobre a metodologia de coleta e análise dos dados através do telefone (31) 971379038 ou pelo e-mail: fabiano.fisica@yahoo.com.br. A pesquisa apresenta riscos mínimos à sua saúde e bem estar, porém o professor estará atento e disposto a diminuir ao máximo esses riscos e desconfortos. Entendemos que o principal risco envolvido nesta pesquisa está na divulgação indevida de sua identidade e nos propomos a realizar todos os esforços possíveis para assegurá-la. Caso deseje recusar a participar ou retirar o seu consentimento em qualquer fase da pesquisa tem total liberdade para fazê-lo.

Sentindo-se esclarecido (a) em relação à proposta e concordando em participar voluntariamente desta pesquisa, peço-lhe a gentileza de assinar e devolver o Termo de Assentimento Livre e esclarecido do Menor (TALE), assinando em duas vias, sendo que uma das vias ficará com você e a outra será arquivada pelos pesquisadores por cinco anos, de acordo com a Resolução 466/2012.

Atenciosamente,

Fabiano Vasconcelos Dias (Professor de Física e aluno do Mestrado)

Juarez Melgaço Valadares (Orientador da pesquisa)

Agradecemos desde já sua colaboração

- () Concordo e autorizo a realização da pesquisa, com gravação das atividades de Física, nos termos propostos.
() Discordo e desautorizo a realização da pesquisa.

Nome do aluno: _____

Assinatura do aluno

Belo Horizonte _____ de _____ de 201__

Comitê de Ética na Pesquisa/UFMG

Av. Antônio Carlos, 6627 - Unidade Administrativa II - 2º andar/ sala 2005 - Campus Pampulha - Belo Horizonte, MG Fone: 31 3409-4592 CEP 31270-901 e-mail: coep@prpq.ufmg.br

ANEXO 3

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Aos Srs. Pais e/ou Responsáveis pelos alunos do 2º ano do Ensino Médio

Srs. Pais,

Estamos iniciando nas aulas de Física um acompanhamento para a pesquisa acadêmica no tema: “O Uso de atividades práticas em Física para fomentar engajamento disciplinar produtivo”, com a participação do professor de Física Fabiano Vasconcelos Dias, aluno de mestrado da Faculdade de Educação da UFMG.

A pesquisa será realizada apenas com consentimento de pais e /ou responsáveis de todos os alunos que participarão. A participação na pesquisa não envolverá qualquer natureza de gastos, tanto para V. S^a. quanto para os demais envolvidos. Os gastos previstos serão custeados pelo pesquisador principal que também assume os riscos e danos que por ventura vierem a acontecer com os equipamentos e incidentes com os alunos em sua companhia, durante o processo. Está garantida a indenização em casos de eventuais danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial.

A pesquisa envolverá gravação em áudio e vídeo das aulas de Física com o objetivo de analisar cautelosamente os discursos e comportamentos apresentados pelos alunos durante as aulas. Será gravada a participação dos estudantes em momentos de discussão coletiva, interação com os colegas e as participações verbais durante as aulas e as suas produções escritas. O professor elaborou um conjunto de atividades que irão abordar os diferentes aspectos do ensino, como as relações entre o conhecimento comum e o conhecimento científico, as interações e o discurso em sala de aula, a Física no cotidiano e práticas de laboratório. Ele irá aplicar e analisar a aplicação em sala de aula a partir de dados obtidos no seu desenvolvimento para constituir uma versão final do material didático com recomendações aos professores de Física.

Entende-se que existe uma grande dificuldade ou até mesmo aversão de muitos estudantes pelo estudo da Física. E também uma grande dificuldade por parte dos professores em lidar com esse cenário, em romper esse paradigma, motivar os alunos, dar significado ao estudo, relacionar a Física com o “mundo real” ou “mundo dos fenômenos”, aproximando-a do cotidiano dos alunos. Pesquisadores têm apontado na literatura nacional recente, a importância das atividades experimentais na aprendizagem, sua capacidade em tornar essas dificuldades menores e ampliar a construção do conhecimento. Considerando isso, propomos oferecer ao professor um material diferenciado que envolva atividades de experimentação com os conteúdos da Física, na intenção de torná-la menos estranha, mais natural para o estudante. Além de dialogar com o aluno e seu cotidiano, com a tecnologia, a sociedade, e permitir a construção de conhecimentos significativos.

Os alunos não serão obrigados a fazer qualquer atividade que extrapole suas tarefas escolares comuns e o registro dos áudios será de uso exclusivo para fins da pesquisa. Não serão, portanto, utilizados para avaliação de condutas dos alunos nem para público externo ou interno. Os registros de vídeo serão armazenados por cinco anos em local seguro. Os resultados da pesquisa serão comunicados utilizando nomes fictícios para os estudantes, que terão, assim, sua identidade preservada. Os registros em vídeo farão parte de um banco de dados que poderão ser utilizados nesta e em outras pesquisas do grupo do qual os pesquisadores fazem parte.

Em qualquer momento, o Sr. (Sra.) poderá solicitar esclarecimentos sobre a metodologia de coleta e análise dos dados através do telefone (31) 971379038 ou pelo e-mail: fabiano.fisica@yahoo.com.br. A pesquisa apresenta riscos mínimos à saúde e ao bem estar de seus participantes, porém o pesquisador estará atento e disposto a diminuir ao máximo esses riscos e desconfortos. Entendemos que o principal risco envolvido nesta pesquisa está na divulgação indevida da identidade dos participantes e no desconforto quanto à gravação das atividades, sendo que nos propomos a realizar todos os esforços possíveis para assegurar a privacidade dos mesmos. Caso você deseje recusar a participação do seu filho ou retirar o seu consentimento em qualquer fase da pesquisa tem total liberdade para fazê-lo, sendo que a recusa ou a desistência não acarretam nenhum prejuízo à disciplina.

Sentindo-se esclarecido (a) em relação à proposta e concordando em participar voluntariamente desta pesquisa, peço-lhe a gentileza de assinar e devolver o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), assinando em duas vias, sendo que uma das vias ficará com você e a outra será arquivada pelos pesquisadores por cinco anos em local seguro, de acordo com a Resolução 466/2012, sendo que o Comitê de Ética poderá ser procurado para o esclarecimento das dúvidas quanto aos aspectos éticos da pesquisa.

Atenciosamente,

Fabiano Vasconcelos Dias (Professor de Física e aluno do Mestrado)

Juarez Melgaço Valadares (Orientador da pesquisa)

Agradecemos desde já sua colaboração

- () Concordo e autorizo a realização da pesquisa, com gravação das atividades de Física, nos termos propostos.
() Discordo e desautorizo a realização da pesquisa.

Nome do aluno: _____

Assinatura do pai ou responsável

Belo Horizonte _____ de _____ de 201__

Comitê de Ética na Pesquisa/UFMG

Av. Antônio Carlos, 6627 - Unidade Administrativa II - 2º andar/ sala 2005 - Campus Pampulha - Belo Horizonte, MG Fone: 31 3409-4592 CEP 31270-901 e-mail: coep@prpq.ufmg.br

APÊNDICE 3: Segunda atividade – Laboratório Virtual

ESCOLA			
ATIVIDADE: Laboratório de informática	DISCIPLINA: FÍSICA	PROFESSOR: FABIANO	
ALUNO: _____			
ALUNO: _____			
ENSINO MÉDIO	Turma: 2A, 2B	Turno: Manhã	Data:

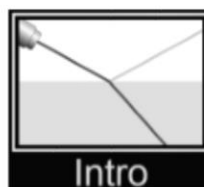
Esta atividade será realizada em dupla.

1 – ABRINDO O SIMULADOR:

- Abra o navegador de internet na página https://phet.colorado.edu/pt_BR/ e no buscador que irá aparecer, digite entre parênteses: "desvio da luz".
- selecione a simulação Desvio da Luz (HTML5).
- clique no seguinte ícone que irá aparecer:



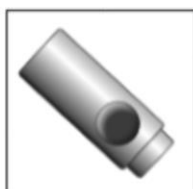
- O simulador abrirá com três opções, selecione a opção "Intro".



2 – EXPLORANDO O SIMULADOR

Nesta atividade, iremos simular o que realmente acontece com um feixe de luz ao encontrar uma superfície de separação entre dois meios. Discuta com o colega e responda:

- A) Laser Pointer:** Clique no botão vermelho do laser para ligá-lo ou desligá-lo. Clique e arraste o laser para variar sua inclinação.



Imagine um raio de luz se propagando no ar, e passando a se propagar na água. Represente essa situação no simulador, e escreva, após discutir com seu colega, o que acontece nesse caso.

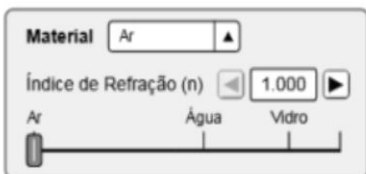
B) Ferramentas: Explore as ferramentas e tente entendê-las.



O que acontece com a intensidade da luz que entra na água, quando se varia o ângulo de inclinação do laser? E com a intensidade da luz refletida pela superfície da água?

O que você e seu colega acham que aconteceria com o raio de luz, caso ele se propagasse de maneira invertida, isto é, passasse da água para o ar? Responda antes de simular essa situação.

C) Meios de propagação: Nestas opções, o simulador permite escolher o meio onde a luz se propaga.



Simule a situação descrita na questão anterior. O que você observou agora bateu com a previsão que fez antes? Justifique em que concordou e em que discordou.

Um peixe em uma lagoa olha para a superfície num ângulo de 50° . Ele enxergará o céu ou apenas o reflexo do fundo do lago? Faça um desenho abaixo, antes de simular essa situação.

Simule a situação descrita na questão anterior. O que você observou agora bateu com a previsão que fez antes? Justifique em que concordou e em que discordou.

D) Para explorar mais o simulador, clique no ícone "Mais Ferramentas" na parte inferior da tela.



Agora você conseguirá usar mais aparelhos medidores. Deixe marcadas as opções "Normal" e "Ângulos".



A luz se propaga mais rápido no ar ou na água? Verifique usando um dos medidores. O que essa diferença de rapidez e consequente mudança de direção da luz, tem a ver com a impressão de que uma piscina é mais rasa do que ela realmente é?

