UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FÍSICA
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

O ENSINO DE FÍSICA COM ENFOQUE CTS, ESCUTANDO OS ALUNOS

Roberto Barreto de Moraes

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Licenciado em Física.

Orientadora: Deise Miranda Vianna

Rio de Janeiro

Maio de 2019

CIP - Catalogação na Publicação

M832e

Moraes, Roberto Barreto de
O Ensino de Física com enfoque CTS, escutando os alunos / Roberto Barreto de Moraes. -- Rio de Janeiro, 2019.
56 f.

Orientadora: Deise Miranda Vianna.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Física, Licenciado em Física, 2019.

1. Ensino de Física. 2. Magnetismo. 3. Abordagem CTS. I. Vianna, Deise Miranda, orient. II. Título.

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática da UFRJ com os dados fornecidos pelo(a) autor(a), sob a responsabilidade de Miguel Romeu Amorim Neto - CRB-7/6283.

RESUMO

MORAES, Roberto Barreto de. **O Ensino de Física com enfoque CTS, escutando os alunos**. Rio de Janeiro, 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

Este Trabalho de Conclusão de Curso apresenta resultados sobre as análises dos discursos de estudantes do Ensino Médio durante uma atividade investigativa sobre as propriedades atrativas dos ímãs. Essa tarefa prática fez parte de uma sequência didática desenvolvida para estudo do Eletromagnetismo, que foi estruturada utilizando-se de uma abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) aliada à metodologia de atividades investigativas. Através de um estudo qualitativo serão analisadas as argumentações dos alunos e alunas procurando encontrar indicadores que demonstrem se, em sala de aula, quando lhes são dadas as condições para resolverem um problema experimental que envolva o conhecimento físico em questão (Magnetismo), os estudantes são capazes de estruturar suas próprias explicações causais a respeito dos eventos observados.

SUMÁRIO

1	**INTRODUÇÃO**	5
1.1	AS ATIVIDADES INVESTIGATIVAS	7
1.2	A ABORDAGEM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE	8
2	**REFERENCIAL TEÓRICO: A ARGUMENTAÇÃO EM SALA DE AULA**	10
2.1	PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO EM SALA DE AULA	10
2.2	METODOLOGIA DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA	11
2.2.1	**O Referencial das Pesquisas Qualitativas**	14
2.2.2	**Transformando as gravações das aulas em dados**	16
2.3	A ARGUMENTAÇÃO EM SALA DE AULA	18
2.4	OS INDICADORES DE ARGUMENTAÇÃO NAS AULAS INVESTIGATIVAS	19
3	**A SEQUÊNCIA DIDÁTICA**	23
3.1	LOCAL DE APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	23
3.2	ESTRUTURAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	24
3.3	PROPOSTA PARA A APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	28
4	**REFERENCIAL FÍSICO: O MAGNETISMO**	31
4.1	OS ÍMÃS E SUAS PROPRIEDADES MAGNÉTICAS	32
4.2	AS BÚSSOLAS E AS PROPRIEDADES MAGNÉTICAS TERRESTRES	36
5	**APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DE ENSINO**	40
6	**CONSIDERAÇÕES FINAIS**	51
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

1 INTRODUÇÃO

A pesquisa em Educação em Ciências sofreu um grande impulso nessas últimas décadas em nosso país, como atestam as sociedades e comitês que reúnem pesquisadores desta área e o levantamento efetuado por Moreira (2007).

Pesquisadores em Ensino buscam estabelecer estratégias que consigam fazer com que as inovações teóricas e metodológicas desenvolvidas possam chegar até a sala de aula de nossas escolas. Porém parece que os resultados destas investigações, segundo Maldaner *et al* (2007), não conseguem adentrar os interiores das salas de aula.

O baixo desempenho e interesse dos nossos estudantes no Ensino de Ciências denunciam a necessidade urgente de um trabalho de reconfiguração do nosso espaço escolar, e mais especificamente, da transformação de nossas salas de aula de Ciências.

É importante que os estudantes percebam que os conteúdos abordados nas salas de aula estão intimamente relacionados ao seu mundo cotidiano, aos problemas e transformações sociais, políticas e econômicas que nortearam os rumos da sociedade como um todo e consequentemente de suas vidas.

Citando Vygotsky (2000), aprender (assim como ensinar) é uma experiência primordialmente coletiva: é por meio das interações com os outros, sejam eles mais ou menos experientes, que o conhecimento se constrói. Para Machado e Sasseron (2012) este conceito de interação revela um traço tipicamente humano, que é a capacidade de articular a linguagem para produzir tais interações, um conjunto de representações e formas de expressão que é construído e significado no seio da interação social.

De acordo com Bakhtin (2000), a palavra é resultante de um consenso entre indivíduos socialmente organizados e sua forma é condicionada tanto pelas relações sociais quanto pelas interações. Há uma relação íntima entre o desenvolvimento da linguagem e o desenvolvimento do pensamento, ou seja, é por meio da estruturação da linguagem que se concebe um significado, e é por meio das articulações desses significados que a aprendizagem se dá em relação ao mundo.

Segundo Martins *et al* (1999), aprender Ciências necessariamente exige o emprego de uma pluralidade de meios de comunicação de forma coordenada, a construção de novas

significações resulta também da interação dos diversos sistemas de representação, e a forma de se conseguir essa pluralidade de meios de comunicação em sala de aula passa necessariamente pela interação entre os sujeitos envolvidos. As atividades implementadas devem portanto privilegiar as discussões, os debates, as exposições de ideias e percepções dos alunos diante de um conceito ou fenômeno, isto é, devem ser problematizadoras.

Deste modo, têm sido importantes os esforços na produção e análise de novas possibilidades de sequências didáticas elaboradas sob o enfoque CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) com os elementos das atividades investigativas.

Esta Monografia tem portanto por objetivo apresentar resultados sobre as análises dos discursos de estudantes do Ensino Médio durante uma atividade investigativa sobre as propriedades atrativas dos ímãs. Utilizando-se de uma abordagem CTS aliada à metodologia de atividades investigativas, foi desenvolvida uma sequência didática para estudo do Eletromagnetismo, e através de uma análise qualitativa das argumentações dos alunos, serão buscados indicadores que demonstrem se, em sala de aula, quando lhes são dadas as condições para resolverem um problema experimental que envolva o conhecimento físico do Magnetismo dos ímãs, os alunos são capazes de estruturar suas próprias explicações causais acerca dos fenômenos observados durante os experimentos.

Neste sentido, primeiramente estabelece-se neste trabalho o referencial teórico das questões metodológicas de pesquisas qualitativas, as quais se utilizam de argumentações em salas de aula, que foi utilizado para a realização desta presente Monografia. Em seguida, faz-se uma descrição da estrutura da sequência didática que compõe a pesquisa executada, destacando-se as atividades desenvolvidas. A seguir apresenta-se o referencial teórico físico abordado na sequência didática realizada, no caso o Magnetismo. Na sequência, analisa-se um episódio de ensino obtido de uma das aulas da sequência realizada em uma turma de 3º ano de Ensino Médio do Colégio de Aplicação da Universidade Federal do Rio de Janeiro (CAp UFRJ), na qual foram investigadas as propriedades magnéticas das bússolas e dos ímãs. Logo a seguir, por final, são apresentadas no último capítulo as conclusões do presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC).

1.1 AS ATIVIDADES INVESTIGATIVAS

Segundo Azevedo (2004) uma atividade investigativa (não necessariamente de laboratório) deve estar acompanhada de uma situação problematizadora, questionadora e de diálogo. A colocação de uma questão ou problema aberto no início da investigação é fundamental para a criação de um novo conhecimento.

Citando Carvalho (1992), a autora defende a experimentação como instrumento de criação de conflitos cognitivos, no qual o aluno aprenderá se suas concepções espontâneas foram colocadas em confronto com os fenômenos ou resultados experimentais.

Para que uma atividade seja classificada como investigativa, segundo Azevedo (2004), a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ele deverá conter características de um trabalho científico: o aluno deverá refletir, discutir, explicar, relatar; o que dará ao seu trabalho características de uma investigação científica.

Em uma proposta de sequência didática, utilizam-se diferentes formatos de atividades investigativas, tais como (PENHA, 2006):

a) demonstrações investigativas, onde os professores iniciam propondo um problema à classe e a realização da experimentação é conduzida como se fossem buscadas respostas a tal questão;

b) laboratório aberto, onde depois de apresentado o questionamento os alunos levantam hipóteses, elaboram um plano de trabalho, efetuam as manipulações e montagens que julgam necessárias, analisam os dados, tiram conclusões e formalizam uma resposta ao problema inicial;

c) questões abertas, que se relacionam a fatos do cotidiano e conceitos já estudados em sala de aula;

d) problemas abertos, que diferem das questões abertas, pois sua solução além da abordagem conceitual exige a matematização dos dados.

Machado e Sasseron (2012) entendem que as Ciências, dado que são áreas do conhecimento humano, devem possibilitar uma forma de leitura do mundo que ofereça

possibilidades de olhar, entender e questionar os empreendimentos científicos, tecnológicos e suas relações sociais e ambientais na sociedade atual.

1.2 A ABORDAGEM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS)

Em seu trabalho, Mortimer e Santos (2002), ao se basearem nas ideias do filósofo alemão Friedrich Nietzsche (1844-1900), apontam que por vivermos em um mundo automatizado, as sociedades passaram a confiar na Ciência e na Tecnologia como se confiassem em uma espécie de divindade. Afirmam ainda que esta supervalorização levou ao mito da salvação da humanidade ao considerar que todos os problemas sociais podem ser resolvidos cientificamente. Segundo eles, o mito do cientificismo é uma falácia, pois não existe neutralidade científica e nem a Ciência é eficaz para resolver as grandes questões éticas e sócio-políticas da humanidade.

Desta forma, um dos objetivos centrais do movimento CTS reivindica que as decisões em relação à Ciência e à Tecnologia sejam colocadas em um plano mais democrático, onde mais atores sociais participem. Assim, o movimento CTS teve repercussões no campo educacional, buscando estabelecer um enfoque que explicitasse as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. A abordagem CTS surge como uma necessidade de formação dos cidadãos em Ciência e Tecnologia.

Dentro desta perspectiva CTS, a proposta educacional metodológica é de deslocar o foco principal do conteúdo para uma abordagem que dê ao estudante uma certa autonomia para se posicionar frente aos conflitos sociais que virão a seguir, quando das diferentes aplicações científico-tecnológicas.

Segundo uma perspectiva educacional abrangente, o papel mais importante a ser cumprido pela educação formal é o de habilitar o aluno a compreender a realidade (tanto do ponto de vista dos fenômenos naturais quanto sociais) ao seu redor, de modo que ele possa participar, de forma crítica e consciente, de debates e decisões que permeiam a sociedade na qual se encontra inserido (CRUZ e ZYLBERSZTAJN, 2001).

Portanto, a construção de uma metodologia que se proponha a desenvolver uma abordagem contemplando esta interação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade deverá conter

elementos que, além de apresentação de conteúdos específicos, possa “desenvolver a capacidade dos alunos de assumirem posições face a problemas controvertidos, e agirem no sentido de resolvê-los” (KRASILCHIK, 1985).

Deste modo, temos concentrado nossos esforços na produção e análise de novas possibilidades de sequências didáticas elaboradas sob o enfoque CTS e com elementos de atividades investigativas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO: A ARGUMENTAÇÃO EM SALA DE AULA

2.1 PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO EM SALA DE AULA

São diversas as interações discursivas que ocorrem em uma sala de aula, como por exemplo durante a exposição oral de uma ideia, durante a leitura ou elaboração de um texto, durante trabalhos com gráficos, imagens ou recursos audiovisuais, assim como são igualmente numerosas as possíveis relações entre saberes que podem ser geradas ou reforçadas durante o processo de ensino e aprendizagem.

Segundo Lemke (1998), diversas formas de linguagem se combinam para cumprir o objetivo de que haja uma comunicação mais eficaz ao se observar a linguagem como prática social: ao serem construídos significados, necessariamente recorre-se a gestos, ações e/ou elementos próprios de cada cultura.

O que se propõe é uma análise das interações verbais de professores e principalmente de alunos que mostre se estes (os alunos) alcançaram ou não padrões do raciocínio científico e as habilidades e atitudes próprias das Ciências e se aqueles (os professores) criaram um ambiente propício ao desenvolvimento científico de seus alunos.

Assim, ao analisarmos as interações verbais e não-verbais (como gestos, desenhos, escritos, etc.) ocorridas em aula vamos observar se os alunos:

i) ao procurarem resolver as questões (experimentais e/ou teóricas) propostas pelos professores, o fizeram levantando hipóteses a partir de seus conhecimentos prévios (espontâneos no Ensino Fundamental e já estruturados no Ensino Médio) e submetendo-as estas a provas;

ii) ao relatarem o como resolveram as questões e o porquê deram certo, eles o fazem utilizando o raciocínio hipotético - dedutivo “se/então/portanto”. Essas análises mostrarão se a aula está dando oportunidade para que os alunos, mesmo não conscientemente, superem as concepções empírico-indutivistas da Ciência uma

vez que eles vivenciam uma busca cognitiva onde são as hipóteses que orientam a procura pelos dados;

iii) ao relatarem o como trabalharam com os dados eles mostram que utilizaram também uma "análise qualitativa" em relação às principais variáveis do fenômeno e expressam essa relação utilizando o raciocínio proporcional.

Essas análises mostrarão que e se as aulas estão proporcionando a contextualização do conhecimento aprendido procurando buscar as complexas relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade pertinentes à temática em questão.

Neste mesmo sentido, na discussão com seus pares, na mesma direção do que Gil-Pérez *et al* (1991) denominaram de "grupo de pesquisa", eles refletem, levantam e testam suas hipóteses. Discutem uns com os outros, explicitando e explicando o que estão fazendo.

O trabalho prático, como mostram Duggan e Gott (1995), é fundamental para a criação de um sistema conceitual coerente e proporciona para os alunos "o pensamento por trás do fazer".

Há um papel primordial da Linguagem na gênese das explicações causais. As atividades de conhecimento físico fundamentam-se na ação dos alunos, mas uma ação que não se limita à simples manipulação ou observação. A resolução de um problema via experimentação envolve manipulação mas, além disso, e principalmente, reflexão, relatos, discussões, ponderações e explicações.

Primeiramente, criam-se condições em sala de aula para que os alunos façam, isto é, resolvam experimentalmente e, após isso, compreendam o que fizeram, buscando em seguida uma linha de raciocínio e pensamento – metacognição – o "como" conseguiram resolver o problema e o "porquê" deu certo (TAO e GUNSTONE, 1999). Os pronomes "eu", "nós", "você" estarão presentes nos discursos e as interjeições aparecerão.

2.2 METODOLOGIA DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA

Apesar de uma metodologia de pesquisa não se resumir à coleta de dados, esta é a sua principal função, pois a estrutura metodológica de uma pesquisa visa cercar a coleta de dados de

todos os cuidados para que estes respondam com a maior confiabilidade e precisão possível as questões levantadas.

Para que o aluno exponha o seu pensamento durante o ensino é necessário e indispensável o planejamento de uma atividade que dê oportunidade de promover uma ampla participação e envolvimento destes, mas, além disso, o professor precisa estar preparado para conduzir a argumentação em classe – entre professor/alunos e alunos/alunos. Assim o problema da argumentação, isto é, de como ela acontece em sala de aula e qual o seu papel na construção do conhecimento pelos alunos, surge como uma necessidade de aprofundamento teórico.

Uma discussão aprofundada sobre essas investigações mostra diferenças significativas entre as metodologias de pesquisa quando as perguntas são: "o quanto se aprende" e "como se aprende" (CARVALHO, 2003). Apesar se trabalhar nas duas frentes, o interesse maior é entender a relação entre o como se ensina e o como se aprende:

– Os estudantes conseguem perceber a Ciência como uma construção quando participam de um ensino por investigação como o que está sendo desenvolvido?

– Quais as condições de ensino que possibilitam as argumentações dos alunos?

Carvalho e Sasseron (2018) destacam como a pesquisa em Ensino de Ciências tem se preocupado em apontar o papel da linguagem, destacando a importância de interações discursivas entre professor e alunos pelas quais estas podem ser um caminho através do qual os conhecimentos científicos são debatidos e compreendidos em sala de aula.

Essa concepção encontra amparo não apenas nas pesquisas em sala de aula, mas também se fundamenta em perspectivas sociológicas e filosóficas das Ciências que entendem a produção científica como uma atividade social. Mediante essas ideias, refletir sobre o ensino e a aprendizagem da Física indica considerar se a realização de práticas científicas é oportunizada aos estudantes e como elas são implementadas na sala de aula. Um elemento central que aflora é a importância da investigação e da argumentação no Ensino das Ciências, uma vez que essas são práticas essenciais desse campo de conhecimento.

De modo geral, os alunos ainda pouco conhecem sobre Física, não têm o conhecimento prévio de um cientista, nem ainda o desenvolvimento intelectual destes e há ainda a questão crucial da necessidade se suscitar o interesse não só pela Física como pela Ciência como um todo

nesses alunos. Portanto, precisa-se ter cuidado para que os alunos não sejam vistos como "cientistas-mirins", tampouco ter como objetivo primordial a formação de cientistas para o futuro. Mas por outro lado devem ser estudados e debatidos em sala de aula os principais aspectos que circundam as práticas científicas de modo que seja possível encontrar formas de se apresentar os conceitos e as noções da Física e das Ciências com referências aos modos de construir e validar conhecimentos nessas áreas.

Segundo Sasseron (2018), ao transitar pelas informações por meio da investigação, construindo novos entendimentos sobre as informações que já possuem, e, por meio de análises críticas e constantes das ações, os estudantes estarão desenvolvendo práticas científicas e epistêmicas em estreita relação com o desenvolvimento do raciocínio científico.

A linguagem científica é necessariamente argumentativa, ou seja, não se faz Física sem argumentar sobre os fenômenos, sobre as interpretações dos "fatos científicos", pois é necessário apresentar um ponto de vista com justificativas e análises consistentes para que fatos e dados sejam transformados em evidências.

De acordo com Longino (2002), a investigação científica é uma atividade humana colaborativa ao se discutir os aspectos da investigação científica que a levem a respostas sobre como surgem e se relacionam valores e objetividade em Ciências. Para o autor, a atividade científica é essencialmente prática.

Segundo Carvalho e Sasseron (2018), para o Ensino de Física isto é uma figura central, pois tem-se como consequência o entendimento de que as observações e os experimentos não são a base sobre a qual as Ciências estão construídas, mas sim a atividade racional de geração de interpretações de argumentos com base nos dados obtidos. Essa inferência faz que o ensino sofra modificações fundamentais, pois no ensino tradicional os fatos são mostrados e as conclusões são explicitadas, e muito raramente encontramos um professor que pergunte sobre o porquê da relação entre os fatos e as conclusões.

Além disso, a argumentação científica obedece a uma estrutura muito particular de pensamento e que pode ser vista como um pensamento basicamente hipotético-dedutivo: "se, então, portanto". Nesse caso, podemos dizer que os professores precisam auxiliar seus alunos a construírem justificativas e explicações para os fenômenos estudados.

Por fim, as justificativas e/ou as explicações devem estar relacionadas aos campos de conteúdos que estão sendo pesquisados, ou seja, a dependência do contexto. Assim, quanto mais o contexto for do domínio do estudante, mas facilmente ele poderá fazer relações causais.

Nessa perspectiva, Longino (2002) afirma que o trabalho com a investigação em sala de aula pode permitir relacionar e integrar práticas que seriam representadas por ações para coleta, organização e análise de informações com o objetivo de construir explicações e por ações de avaliação dos processos que vão sendo realizados, como um monitoramento das estratégias utilizadas para eventual replanejamento de ações. Essas práticas seriam sempre acompanhadas de discussões em que a argumentação pelas ideias em construção tem função dupla de apresentar as ideias e de contribuir para fundamentação, análise e legitimação delas.

No âmbito da Física, além da linguagem argumentativa, é essencial considerar a linguagem matemática como um modo de comunicação estritamente necessária na construção de ideias e disseminação de conhecimentos.

2.2.1 **O Referencial das Pesquisas Qualitativas**

As pesquisas em questão obedecem a um delineamento do tipo qualitativo, quando se valem de interpretações de fala, escrita, gestos e ações dos professores e alunos durante as aulas.

Ludke e André (1986) ao apresentarem as pesquisas qualitativas dentro de uma visão etnográfica, nomeiam algumas de suas principais características:

– A pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento;

– Os dados coletados são predominantemente descritivos;

– A preocupação com o processo é muito maior do que com o produto;

– A análise dos dados tende a seguir um processo indutivo;

– Os pesquisadores não se preocupam em buscar evidências que comprovem hipóteses definidas antes do início dos estudos;

– As abstrações formam-se ou se consolidam basicamente a partir de inspeção dos dados em um processo de baixo para cima.

Há também as salas de aula, em seu ambiente natural, como fontes de nossos dados e estes são predominantemente descritivos, pois o objetivo é a descrição do fenômeno do Ensino de Ciências que leva os alunos a uma enculturação científica.

Entretanto neste presente trabalho o professor não é o nosso principal instrumento, apesar de ele ter um papel fundamental como indutor do processo de ensino ao propor a atividade a ser realizada.

Sobre a terceira característica (a preocupação com o processo ser muito maior do que com o produto), pode-se dizer que na metodologia que está sendo utilizada no processo é tão importante como o produto. De um lado queremos entender o processo de ensino, entretanto o produto, isto é, a aprendizagem pelos alunos do conteúdo ensinado também é igualmente importante, pois temos claro que somente existe ensino se existir aprendizagem.

Uma questão delicada da metodologia qualitativa refere-se à validade e a fidedignidade dos resultados obtidos. Validade diz respeito ao compromisso de estarmos medindo realmente o que queremos, assim, está relacionada com o planejamento geral do experimento. A fidedignidade diz respeito à precisão das medições.

Considerando o interesse nas diferentes situações de ensino que serão registradas – trabalhos em grupo, discussões com toda a classe e sistematizações do professor – procedimentos diferentes poderão ser adotados.

Entretanto sempre se necessita tomar cuidado para não interferir. O primeiro cuidado é acostumar a classe com a pessoa que vai gravar e com a função da gravação. Assim devem ser iniciadas as gravações algumas aulas antes das planejadas para a obtenção dos dados de tal modo que os alunos e o professor já vejam essa função como parte da aula e toda a curiosidade já tenha sido acalmada. Isso não acontece somente com a câmera de vídeo e os gravadores de áudio, mas com qualquer pessoa estranha à classe inclusive o pesquisador – no caso, o licenciando – que irá simplesmente observar e/ou também colaborar com a atividade e o processo de ensino.

Do ponto de vista teórico não podemos dizer que não há interferência, pois todo e qualquer instrumento interfere no fenômeno a ser estudado, por exemplo: um voltímetro modifica

a tensão elétrica que pretende medir, assim como um termômetro troca calor com o corpo do qual mede a temperatura e assim o valor mostrado é necessariamente alterado – mas evidentemente não teríamos um crescimento das Ciências e uma explicação dos fenômenos da natureza se não houvesse a utilização dos instrumentos em questão e das medições realizadas através deles.

> O telescópio de Galileu não é um simples aperfeiçoamento da luneta [...], é construído com uma determinada finalidade científica, a saber, revelar a nossos olhos coisas que são invisíveis a olho nu. Eis o primeiro exemplo de uma teoria encarnada na matéria, que nos permite ultrapassar os limites do observável, no sentido do que é dado à percepção sensível, base experimental da ciência pré-galileana. (KOYRÉ, 1982)

Na verdade as lentes de uma câmera e/ou o diafragma de captação de um gravador, encarnados em sala de aula, tendo um pesquisador por trás permite ultrapassar os limites do observável na relação dos processos de ensino e aprendizagem e nos leva, sem dúvida, a uma mudança de paradigma nas pesquisas didáticas.

A pesquisa que empreendemos é classificada como qualitativa, uma vez que não são analisadas variáveis específicas do universo educacional, mas por outro lado procura-se interpretar as falas dos professores e alunos durante as aulas (LEMKE, 1998).

2.2.2 **Transformando as gravações das aulas em dados**

Há de se ter consciência que as gravações de áudios e vídeos não são dados simples e diretos de uma pesquisa. Muito pelo contrário, como a aula é um fenômeno bastante complexo, uma mesma gravação pode servir para estudarmos mais de um problema tendo por base mais de um referencial teórico.

Para transformar as gravações das aulas em dados para as pesquisas há de se selecionar o que Carvalho e Gil-Pérez (1993) denominaram como “episódios de ensino”, isto é, “momentos extraídos de uma aula, onde fica evidente uma situação que queremos investigar”.

O episódio faz parte do ensino e é desta forma um recorte feito na aula, uma sequência selecionada onde situações-chave são resgatadas. Essas situações, que se relacionam com as

perguntas do pesquisador, podem ser, por exemplo, a participação dos alunos levantando hipóteses durante a resolução de um problema experimental, a argumentação que aparece em um debate entre professor e alunos, os tipos de perguntas que os professores fazem para seus alunos, as sequências das explicações dos alunos durante uma experiência, as discussões dos alunos após a leitura de um artigo, e assim por diante.

Ao assistir aos vídeos das aulas e/ou ouvir as gravações dos áudios, pode-se notar que um mesmo episódio de ensino pode não ser contínuo, isto é, o problema que se está analisando tem sua sequência interrompida, continuando minutos após ou mesmo em aulas posteriores. Para estes casos, subdividem-se os episódios de ensino em cenas.

Neste sentido, cabe ao pesquisador um trabalho muito próximo ao de um produtor ou editor de um filme. É ele que vai montar as diversas cenas de um episódio para dar sentido aos seus dados, pois os diálogos, as discussões em sala de aula não são retilíneas, dado que temos de tomar consciência da dificuldade da construção do conhecimento pelos alunos e da lentidão com que se processam as mudanças dos conhecimentos espontâneos para os científicos, das idas e vindas tanto das participações dos alunos como a dos professores.

Segundo Carvalho (2004), as transcrições devem ser totalmente fiéis às falas a que correspondem, sendo a substituição de termos por sinônimos são terminantemente proibidos. Sobre a correção de erros de concordância, a autora afirma que existem dois pontos de vista diferentes entre os pesquisadores desta área: um grupo acha que não se pode fazer as correções enquanto outro, recorrendo a posições éticas de um profissional estar analisando outro profissional, quase sempre colegas, e ainda ao se considerar a diferença existente entre a linguagem falada e a escrita, acha necessário que pequenas correções gramaticais sejam feitas na apresentação dos dados. Existem também problemas com as pronúncias de palavras, que podem ou não ser consideradas nas transcrições das falas**.**

Outro aspecto importante das transcrições é a possibilidade de não se perder informações sobre entonação, pausas, humor, grau de certeza nas afirmações, entre outros. Lemke (1998) chama a atenção para a importância da conservação destas informações nos registros, visando uma análise detalhada dos mesmos. Para que isso aconteça temos de seguir algumas normas já acordadas (CAPECCHI, 2004) de tal modo que cada pesquisador não crie o seu próprio código

dificultando o entendimento na área. O importante é que essas regras sejam colocadas claramente, para que os leitores possam entender e traduzir os significados das linguagens.

2.3 A ARGUMENTAÇÃO EM SALA DE AULA

Segundo Sasseron e Carvalho (2011), podem ser consideradas três as principais linhas de pesquisa que focam no uso das argumentações em sala de aula: a precisão na definição de uma situação e/ou um conceito quando se explora um fenômeno; o acréscimo de coerência e coesão no discurso para a compreensão do que se expõe quando a forma como diferentes discursos utilizados nas aulas atuam conjuntamente; e a organização do raciocínio na construção e reconstrução de ideias quando os argumentos são construídos em sala de aula e a maneira como as argumentações se desencadeiam.

Sutton (1997) ressalta a necessidade de se estabelecerem relações entre as palavras, estabelecendo conexões entre seus diversos significados e os tipos de afirmações que podem ser construídas como forma de tornar um conceito passível de ser melhor compreendido. Jiménez-Aleixandre e Bustamante (2003), por sua vez, ressaltam a importância do discurso dos alunos nas aulas de Ciências como fator contribuinte para uma compreensão mais geral dos processos de aprendizagem das Ciências e sobre como o Ensino de Ciências deve ser capaz de proporcionar aos alunos que proponham, avaliem e discutam ideias, escolhendo entre diferentes possíveis explicações alternativas. Segundo os autores, por argumentação entende-se a capacidade de relacionar dados e conclusões, de avaliar enunciados teóricos à luz dos dados empíricos ou procedentes de outras fontes.

Sasseron e Carvalho (2008) entendem a argumentação como todo e qualquer discurso em que aluno e professor apresentam suas opiniões em aula, descrevendo ideias, apresentando hipóteses e evidências, justificando ações ou conclusões a que tenham chegado, e explicando resultados alcançados.

Toulmin (2006) mostra um padrão de argumento composto por cinco elementos: os dados, as conclusões, as justificativas, o conhecimento prévio e os qualificadores, que podem tanto dar ênfase à afirmação proposta como apresentar refutação a ela. Em relação aos *dados*, o

autor sugere o uso de indicadores relacionados ao estabelecimento de hipóteses que são trazidas para a discussão como maneira de apresentar a ideia construída ou a se construir. Já a *conclusão* estaria diretamente relacionada ao dado apresentado, embora outros elementos entrem em jogo. O indicador de *justificativa* pode ser tomado como um uso de garantias ou uma condição de refutação quando respectivamente corrobora positivamente a ideia apresentada ou esteja contestando a alegação inicial. Todos estes indicadores estariam inexoravelmente galgados sobre o indicador *conhecimento prévio*, onde as novas propostas encontrarão sua base de apoio para novas análises e argumentações. Por fim, o autor elenca os *qualificadores* modais como mais um elemento de seu padrão de argumento, sendo eles em geral advérbios que dão aval à conclusão obtida. A Figura 2.1 apresenta o esquema do padrão de argumentação do autor.

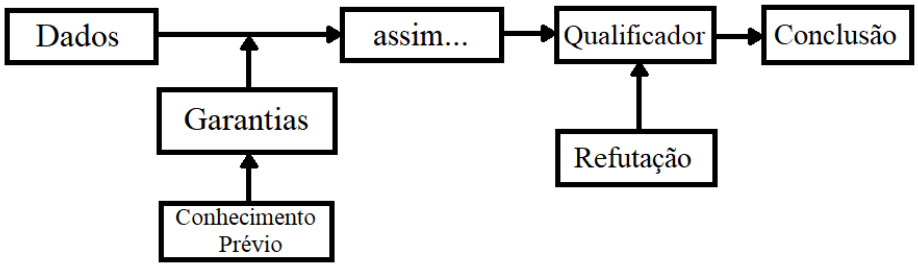

Figura 2.1 – O padrão de argumentação de Toulmin (2006).

2.4 OS INDICADORES DE ARGUMENTAÇÃO NAS AULAS INVESTIGATIVAS

Mortimer e Scott (2002) elaboraram uma metodologia de análise do discurso para entender como ocorrem as interações professor-aluno em sala de aula e, sobretudo, a produção de significado, buscando abranger as diferentes esferas da linguagem utilizadas pelo professor de modo a se aproximar ao máximo de uma descrição precisa dos movimentos discursivos ocorridos em aula. A estrutura analítica desses discursos abrange o papel do professor no que tange a cinco aspectos interrelacionados: as intenções do professor; o conteúdo do discurso; a abordagem comunicativa; os padrões de interação; e as intervenções do professor.

A etapa de criar o problema é essencial para uma aula investigativa, pois se o problema não for bem compreendido, as etapas do ciclo se diluem. Verificar o conhecimento prévio do

aluno é também uma parte da criação do problema, pois, sem esse conhecimento prévio, não se reconhece o problema proposto, e o aluno precisa reconhecer o problema e tê-lo para si de modo a se engajar na sua resolução.

Sasseron e Carvalho (2011) defendem a argumentação como a capacidade de relacionar dados e conclusões, de avaliar enunciados teóricos à luz dos dados empíricos ou procedentes de outras fontes.

Segundo Machado e Sasseron (2012), os aspectos discursivos do ensino investigativo são os seguintes: a criação do problema; o trabalho com os dados; o processo de investigação; e a explicação ou internalização dos conceitos.

Jiménez-Aleixandre *et al* (2000) ao analisarem a capacidade dos alunos desenvolverem argumentações em aula, procuram distinguir os momentos em que as ações deles evidenciam diferenças entre a cultura científica e a cultura escolar, ou seja, momentos em que os alunos "falam e fazem Ciência" daqueles em que realizam tarefas de aula. Os autores demonstram que as operações epistemológicas por eles propostas são elementos que caracterizam a condução da argumentação e que irão permitir que tal argumento ganhe consistência e coerência ao longo da apresentação e defesa de uma ideia.

Com base nos seus estudos sobre argumentação, Sasseron e Carvalho (2008) elaboraram indicadores que representam as habilidades discursivas e as ações articuladas pelos alunos, representados no Quadro 2.1.

Quadro 2.1 – Os indicadores de alfabetização científica (SASSERON e CARVALHO, 2008) e suas funcionalidades.

Indicadores de Alfabetização Científica	**Funcionalidade**
Levantamento de hipótese Teste de hipótese	Indicadores relacionados com a obtenção de dados e delimitação de variáveis
Classificação de informações Seriação de informações Organização de informações	Indicadores relacionados ao trabalho com dados empíricos

Explicação Justificativa Previsão	Indicadores de relação entre variáveis e informações
Raciocínio lógico Raciocínio proporcional	Indicadores de apropriação de ideias em caráter científico

Seguindo a proposição de Sasseron e Carvalho (2008), os indicadores têm a função de mostrar destrezas que aparecem quando a alfabetização científica está em processo de construção entre os alunos, dividindo os indicadores em três grupos: aqueles que relacionam-se especificamente ao trabalho com os dados obtidos em uma investigação; aqueles que englobam as dimensões relacionadas à estruturação dos pensamentos que moldam as afirmações feitas e demonstram formas de organizá-los quando se tem por premissa a construção de uma ideia lógica e objetiva para as relações dos fenômenos naturais; e aqueles nos quais se concentram os mais ligados diretamente à procura do entendimento da situação analisada.

No primeiro grupo de indicadores têm-se as ações desempenhadas nas tarefas de organizar, classificar e seriar os dados. A *seriação de informações* é um indicador que não necessariamente prevê uma ordem a ser estabelecida, mas pode ser um rol de dados, uma lista de dados trabalhados, quando se almeja o estabelecimento de bases para a ação. A *organização de informações* ocorre nos momentos em que se discute sobre o modo como um trabalho foi realizado, sendo vislumbrado quando se busca mostrar um arranjo para informações novas ou já elencadas anteriormente, podendo desta forma surgir tanto no início da proposição de um tema quanto na retomada de uma questão. A *classificação de informações* ocorre quando se busca conferir hierarquia às informações obtidas, constituindo-se em um momento de ordenação dos elementos com os quais se está trabalhando, procurando uma relação entre eles.

Em seguida são dois os indicadores do segundo grupo: o *raciocínio lógico* que compreende o modo como as ideias são desenvolvidas e apresentadas, e está diretamente relacionado à forma como o pensamento é exposto; e o *raciocínio proporcional* que refere-se à maneira como variáveis têm relações entre si, ilustrando a interdependência que pode existir entre elas.

Por fim, tem-se o terceiro grupo de indicadores que surgem em geral nas etapas finais das discussões, pois são caracterizados por trabalharem com as variáveis envolvidas no fenômeno estudado e as buscas por relações que o descrevam. O *levantamento de hipóteses* aponta instantes em que são alçadas suposições acerca de certo tema, e pode surgir tanto na forma de uma afirmação como na de uma pergunta. O *teste de hipóteses* concerne às etapas em que se colocam à prova as suposições anteriormente levantadas, e pode ocorrer tanto diante da manipulação direta de objetos quanto no nível das ideias, quando o teste é feito por meio de atividades de pensamento baseadas em conhecimentos anteriores. A *justificativa* aparece quando em uma afirmação qualquer proferida, é apresentada uma garantia para o que se é proposto, fazendo com que a afirmação ganhe aval, tornando-a mais segura. O indicador da *previsão* é explicitado quando se afirma uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos. Por fim, a *explicação* surge quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas, normalmente sucedendo a uma justificativa para o problema.

Sasseron e Carvalho (2008) afirmam ainda que a presença de um indicador não inviabiliza a manifestação de outros, ao contrário, durante as argumentações realizadas é provável que os indicadores demonstrem suporte entre si para a explanação que está sendo realizada em um dado momento pelo aluno em questão.

3 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

3.1 LOCAL DE APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A aplicação do material "Física e a Sociedade na TV" (PENHA, 2008) ocorreu nas turmas do 3° ano do Ensino Médio do Colégio de Aplicação da Universidade Federal do Rio de Janeiro (CAp UFRJ) situado à Rua J. J. Seabra, s/n, Lagoa, Rio de Janeiro, RJ entre os dias 22 de setembro de 2008 a 24 de novembro de 2008, conjuntamente por um professor concursado da instituição e um licenciando do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IF/UFRJ).

Ocupando toda uma quadra do bairro da Lagoa, o prédio da instituição localiza-se em uma área de alto padrão de qualidade de vida, porém bastante ruidosa – devido ao trânsito pesado da região de seu entorno. Em suas cercanias encontram-se a Igreja de São José, o Hospital da Lagoa, bares, boate, livraria, padaria, além de prédios residenciais em geral. Apesar disso, sua área total ocupada era bastante reduzida, possuindo desta forma um certo problema de falta de espaço físico – o que, aliás, era uma reclamação generalizada na instituição à época da aplicação do material.

Apesar do pequeno espaço físico, havia inúmeros recursos disponíveis. Uma biblioteca no local com um acervo bastante amplo, com duas bibliotecárias à disposição. Uma sala de informática aberta aos alunos. Havia também o "Clube de Ciências" – que funcionava como uma espécie de laboratório de Biologia, mas que acabava sendo utilizado também pelas disciplinas de Matemática, Física e Química, dado que estas outras não possuíam um laboratório próprio. O laboratório de Física, inclusive, encontrava-se sob construção/reforma, mas não se tinha ideia de quando as obras iriam ser finalizadas. Além disso, havia uma quadra poliesportiva para que os alunos pudessem realizar atividades desportivas como futebol, handebol ou basquetebol.

O 3° ano do Ensino Médio possuía, em média, cerca de 30 alunos por turma (especificamente, 30 alunos nas turmas 23A e 23B, e 29 alunos na turma 23C). O corpo discente se caracterizava por ser quase em sua totalidade de classe média e moradores da Zona Sul da cidade do Rio de Janeiro. Apesar disso, não aparentavam em momento algum ostentação de sua condição social em relação aos demais que eventualmente fossem menos favorecidos

economicamente. Quanto à cor, as turmas eram compostas em sua grande maioria por brancos, havendo um reduzido número de alunos negros e pardos nas mesmas.

Quanto às salas de aula, as do 3° ano eram significativamente menores que todas as outras, fazendo com que os alunos ficassem uns ao lado dos outros e sobrando pouquíssimo espaço livre nas salas, porém eram as únicas salas de aula do Colégio que possuíam ar condicionado. Estas salas do 3° ano possuíam em média 25 m² de área (enquanto que as demais possuíam geralmente entre 50 m² e 60 m²), dois ventiladores de teto, o ar condicionado já mencionado e paredes de cor branca com rodapés beges. Suas carteiras, também na cor bege, eram razoavelmente confortáveis porém em estado de conservação médio para fraco.

Um ponto negativo a ser ressaltado, que sem sombra de dúvidas atrapalhava o melhor aprendizado dos alunos, era o ruído constante ouvido em todo o Colégio, advindo do trânsito dos bairros da Lagoa e do Jardim Botânico (apenas os muros da escola a separavam da poluição sonora), o que por diversas vezes – diariamente para ser mais rigoroso – incomodavam os alunos e professores.

3.2 ESTRUTURAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A aplicação do material "A Física e a Sociedade na TV" caracterizou-se por ser uma sequência didática desenvolvida para estudo do Eletromagnetismo com estudantes do Ensino Médio. Neste material foi utilizada uma abordagem CTS aliada à metodologia de atividade investigativa para estruturar uma sequência didática composta por diferentes atividades teóricas e experimentais.

Inicialmente se propôs a criação de um "Fórum Nacional da TV" que se constituiria como evento desencadeador de uma série de atividades e cujo objetivo central seria o de investigar as transformações tecnológicas e sociais necessárias para a então futura implantação da TV digital no Brasil. Este fórum seria composto de mesas-redondas, oficinas e conferências com o objetivo de instrumentalizar os estudantes na tomada de decisões sobre a forma de utilização e produção das novas tecnologias necessárias e os interesses sociais específicos envolvidos nesta transformação. As mesas-redondas constituiriam o momento de confronto destas ideias e

interesses dos diferentes grupos representados pelos estudantes. Nestas atividades, os estudantes assumiriam os papéis de Atores Sociais que possuíam interesses específicos nas controvérsias que eram apresentadas.

As oficinas e conferências desenvolvidas no formato de atividades investigativas, nas quais os grupos de estudantes, utilizando-se de materiais elaborados para este fim, realizavam uma série de investigações sobre os conteúdos para o entendimento de diferentes aparatos tecnológicos que iam sendo estudados. Os conteúdos programáticos eram apresentados como consequência da necessidade do entendimento destes aparatos tecnológicos. Havia ainda outros módulos investigativos onde eram propostos uma série de atividades sobre as propriedades magnéticas de diferentes ímãs, experiências demonstrativas sobre a relação entre corrente elétrica e magnetismo, além de outras investigações sobre as linhas de campo magnético e a força magnética. A sequência didática como um todo foi estruturada para um bimestre escolar, e ministrada nas turmas do CAp UFRJ da forma apresentada no Quadro 3.1:

Quadro 3.1 – Estruturação da aplicação da sequência didática

ENCONTROS:	ASSUNTO:	AULAS
ENCONTRO 01	A bússola e o magnetismo: O desenvolvimento de uma técnica de Orientação.	02
ENCONTRO 02	Magnetismo e Eletricidade: O surgimento do eletromagnetismo.	02
ENCONTRO 03	A tecnologia da TV influenciando e construindo nossa Sociedade.	02
ENCONTRO 04	Convocação para o “Fórum Nacional da TV” (Abertura, pesquisa e produção de textos para as mesas redondas)	01
ENCONTRO 05	Oficina 1: A formação da imagem na TV e sua inserção no complexo sistema de telecomunicações	02

ENCONTRO 06	Oficina 2: O módulo das forças magnéticas que atuam em partículas carregadas no interior de campos magnéticos	02
ENCONTRO 07	Mesa-Redonda 1: Reserva de mercado e benefícios fiscais para produção dos equipamentos eletrônicos para TV digital	01
ENCONTRO 08	Conferência 1: O conflito de interpretação sob a natureza dos raios catódicos e a "descoberta" do elétron	02
ENCONTRO 09	Mesa-Redonda 2: Controle de qualidade de imagem e da programação das redes de TV abertas	01
ENCONTRO 10	Oficina 3: Força Magnética atuando em corrente elétrica – O motor elétrico	02
ENCONTRO 11	Avaliação do trabalho	01

As gravações foram realizadas *in loco* através de uma câmera de vídeo filmadora fixada sobre um tripé e sete gravadores de *mp3* (áudio) com cada um dos grupos de alunos envolvidos nas atividades. Os alunos de cada turma foram divididos em sete grupos de 4 ou 5 pessoas por turma.

A sequência didática foi aplicada como parte das pesquisas realizadas pelo grupo PROENFIS-UFRJ. A tomada de dados nas salas de aula do CAp UFRJ foi realizada em trabalho colaborativo do professor concursado com o licenciando autor desta presente Monografia, que além da responsabilidade pelo registro e armazenamento de todos os dados que foram coletados, trabalhou na identificação, transcrição e análise dos episódios de ensino selecionados. A sequência didática foi elaborada da seguinte forma:

a) "A Bússola e o Magnetismo: O desenvolvimento de uma técnica de Orientação":

Com o objetivo de estudar o funcionamento das bússolas, procura-se contextualizar historicamente a importância deste aparato tecnológico para orientação, sobretudo para navegação e propõe-se uma série de investigações sobre as propriedades magnéticas de diferentes

ímãs. A abordagem sobre os trabalhos elaborados por Gilbert no século XVI em seu "De Magnete", sobretudo a sua descrição do comportamento magnético da Terra, surge da necessidade de nomear os polos magnéticos dos ímãs. As experiências com limalhas de ferro são a motivação para o estudo e a representação das linhas de campo magnético de diferentes formatos de ímãs.

b) "Magnetismo e Eletricidade: O Surgimento do Eletromagnetismo":

Inicialmente os alunos são motivados a reproduzir a experiência de Oersted que estabeleceu no século XIX a relação entre corrente elétrica e magnetismo. Posteriormente utilizando limalhas de ferro, são realizadas experiências demonstrativas com fios retilíneos e solenoides para visualização dos diferentes formatos das linhas de campo magnético. Depois da apresentação da "regra da mão direita" para o estudo do sentido do campo magnético, os estudantes devem construir um "ímã elétrico" (solenoide) e montam um circuito elétrico para seu acionamento.

c) "Força magnética atuando em corrente elétrica":

As atividades relacionadas ao estudo deste tema são estruturadas no formato de uma oficina. No início das atividades coloca-se uma questão a ser investigada pelos alunos: será que um ímã colocado nas proximidades de um fio percorrido por corrente elétrica é capaz de provocar uma força neste fio? Os alunos são motivados a investigarem experimentalmente este fato. Depois de analisar as características da força que surge nestes fios percorridos por correntes elétricas, os estudantes são motivados a analisarem o funcionamento e contraírem um modelo simplificado de um motor elétrico.

d) Apêndice para aprofundamento:

Acrescentado também a este material está um apêndice destinado aos estudantes interessados em aprofundar seus conhecimentos nesta área onde é apresentada uma descrição da Lei de Biot-Savart, que é utilizada para determinar o módulo do campo magnético no interior de uma espiral circular e a Lei de Ampère que é utilizada para descrever o campo magnético gerado por um fio retilíneo infinito e para determinação do módulo do campo no interior de um solenoide.

3.3 PROPOSTA PARA A APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Esta sequência didática foi desenvolvida para um bimestre escolar. No Quadro 3.1 está descrito como foi estruturada a forma de aplicação deste material em 11 (onze) encontros. As atividades de cada encontro poderiam ser reestruturadas pelo professor dependendo de sua realidade escolar. Foi sugerido também o número de aulas necessárias para cada encontro – considerando um tempo de aula com duração de aproximadamente 50 (cinquenta) minutos.

Outra sugestão para aplicação deste material seria o de ser montado um calendário em acordo com os estudantes, no qual algumas atividades seriam desenvolvidas em horários alternativos, fora do horário das aulas de Física. Assim, pesquisas na *internet* para caracterização dos atores da controvérsia (ENCONTRO 04) e a realização das mesas redondas (ENCONTROS 07 e 09) poderiam ser incluídas nestes horários. A ordenação dos encontros referente à realização do Fórum poderia ser modificada (ENCONTROS 05 ao 10) segundo as especificidades e necessidades de cada escola. Se o professor tiver que reduzir o número de encontros poderia juntar os ENCONTROS 03 e 04 em uma atividade única deixando o trabalho de produção dos textos como tarefa de casa.

No Quadro 3.2 está a descrição das aplicações do material no CAp UFRJ e seus respectivos dias de gravação. A primeira coluna refere-se ao dia em que o material foi gravado, seguido da coluna que indica a turma no qual ocorreu a gravação. A terceira coluna especifica quais os tipos de material gravados, ou seja, se vídeo e/ou áudio (*mp3*), estando em colchetes a quantidade de arquivos produzidos – exemplificando, "vídeo [1], *mp3* [7]" significa que houve a gravação de um arquivo de vídeo e sete arquivos de áudio em *mp3*; e a quarta coluna refere-se diretamente à duração das gravações descritas na terceira coluna. Por fim, a quinta coluna apresenta quais atividades foram desenvolvidas no dia em questão (relativas às atividades expostas no Quadro 3.1).

Quadro 3.2 – Os dias de aplicação do material e suas respectivas gravações

Dia	**Turma**	**Material gravado**	**Duração (aproximada) da gravação**	**Tema da atividade**
1º dia	23C	vídeo [1], *mp3* [4]	1h [cada]	Aula 1 – Parte 1
2º dia	23A	vídeo [1], *mp3* [6]	1h10 [cada]	Aula 1 – Parte 1
2º dia	23B	vídeo [1], *mp3* [7]	1h10 [cada]	Aula 1 – Parte 1
3º dia	23C	vídeo [1], *mp3* [7]	1h20 [cada]	Aula 1 – Parte 2 Aula 2 – Parte 1
4º dia	23A	vídeo [1], *mp3* [7]	1h20 [cada]	Aula 1 – Parte 2 Aula 2 – Parte 1
4º dia	23B	vídeo [1], *mp3* [7]	1h30 [cada]	Aula 1 – Parte 2 Aula 2 – Parte 1
5º dia	23C	vídeo [2]	0h30 [1], 0h50 [2]	Aula 2 – Parte 2 Aula 3 e Aula 4
6º dia	23A	vídeo [2]	0h40 [1], 0h50 [2]	Aula 2 – Parte 2 Aula 3 e Aula 4
6º dia	23B	vídeo [2]	0h40 [1], 0h50 [2]	Aula 2 – Parte 2 Aula 3 e Aula 4
7º dia	23C	vídeo [1], *mp3* [7]	1h20 [cada]	Oficina 1
8º dia	23A	vídeo [1], *mp3* [7]	1h30 [cada]	Oficina 1
8º dia	23B	vídeo [1], *mp3* [7]	1h25 [cada]	Oficina 1
9º dia	23C	vídeo [1], *mp3* [7]	1h25 [cada]	Oficina 2
9º dia	23A	vídeo [1], *mp3* [7]	1h30 [cada]	Oficina 2
10º dia	23B	vídeo [1], *mp3* [7]	1h15 [cada]	Oficina 2
11º dia	23A	vídeo [1], *mp3* [3]	1h [cada]	Mesa-redonda 1
11º dia	23B	vídeo [1], *mp3* [3]	0h50 [cada]	Mesa-redonda 1
11º dia	23C	vídeo [1]	0h45	Mesa-redonda 1

11º dia	23C	vídeo [1]	1h10	Oficina 3
12º dia	23A	vídeo [1]	1h30	Oficina 3
12º dia	23B	vídeo [1]	1h30	Oficina 3
13º dia	23A	vídeo [1], *mp3* [2]	1h [cada]	Mesa-redonda 2
13º dia	23B	vídeo [1], *mp3* [3]	1h10 [cada]	Mesa-redonda 2
13º dia	23C	vídeo [1], *mp3* [3]	1h15 [cada]	Mesa-redonda 2

Na última atividade, ocorrida no dia 14 não houve gravação, apenas a apresentação dos grupos que tinha como objetivo a criação de um programa de TV (a fictícia "TV-Educar") que deveria relatar as atividades do "Fórum Nacional da TV" que foram executadas durante as aulas, oficinas e as mesas-redondas, além de uma avaliação geral do trabalho, feito em conjunto pelo professor da instituição de ensino em questão e seus alunos.

Será apresentado no Capítulo 5 desta Monografia um episódio de ensino extraído do ENCONTRO 01 no qual foram estudadas as propriedades magnéticas dos ímãs com estudantes do 3º ano do Ensino Médio do CAp UFRJ.

Antes porém, será apresentado no Capítulo 4 a seguir, o referencial teórico Físico do tópico que foi estudado naquele encontro: o Magnetismo.

4 REFERENCIAL FÍSICO: O MAGNETISMO

O objeto da atividade investigativa proposta no ENCONTRO 01 da sequência didática "A Física e a Sociedade na TV" foi de investigar sobre as propriedades gerais das bússolas e dos ímãs. O tópico escolhido dentro da atividade proposta foi o estudo sobre as capacidades atrativas das superfícies de um ímã. Neste sentido, faz-se necessário realizar um apanhado geral do referencial teórico físico do tópico que foi abordado na atividade em questão: o Magnetismo.

O termo Magnetismo provém da região de Magnésia, uma província pertencente à Grécia, onde certos minerais chamados de magnetitas (Figura 4.1) eram capazes de atrair pedaços de ferro. Tales de Mileto explicava o fenômeno de forma semelhante à explicação dada para a atração do âmbar (*eléktron*, em grego) que depois de friccionado passava a atrair pequenos corpúsculos. No caso do âmbar, quando este era atritado, por exemplo, no pelo de animais tornava-se capaz de atrair corpos leves – era o processo conhecido como eletrização, onde os corpos adquiririam carga elétrica. Nesse sentido, tanto a magnetita quanto o âmbar possuiriam uma espécie de "alma" que poderiam comunicar suas propriedades (ou no caso, "partes de suas almas") a outros objetos inertes, que passariam então a possuir as mesmas propriedades atrativas.

Figura 4.1 – Um pedaço de magnetita (Fonte: *Google Images*, *site* da *internet*, acessado em Janeiro de 2019).

Atualmente sabe-se que o principal constituinte da magnetita é o óxido de ferro (Fe_3O_4) e que esse material tem a propriedade física de atrair não somente o ferro, mas também o cobalto, o

níquel, o manganês e várias ligas desses metais. A magnetita está presente em pequenas quantidades em quase todas as rochas e também nos meteoritos. Por ser um mineral resistente, se acumula em sedimentos, como na areia da praia, onde pode ser reconhecida pela cor preta e pelo fato de ser atraída por qualquer pequeno ímã que esteja próximo. Apesar de o conhecimento humano sobre o Magnetismo ter começado com a magnetita, sabe-se que a ação magnética pode ser encontrada em corpos compostos de outras combinações químicas. Estudar as propriedades associadas aos ímãs (também chamados de magnetos) é o que será abordado na sequência.

4.1 OS ÍMÃS E SUAS PROPRIEDADES MAGNÉTICAS

Os corpos dotados de propriedades magnéticas são chamados de ímãs e podem ser classificados em naturais, que são construídos com pedaços de magnetita, e artificiais, que são construídos com ligas metálicas ou materiais cerâmicos em uma mistura de óxidos de ferro e de bário. Os ímãs podem assumir as mais variadas formas, como por exemplo, em barra, em forma de anel, em forma de ferradura, etc.

Nos ímãs há regiões onde as propriedades magnéticas são mais intensas. Tais regiões são denominadas pólos do ímã: norte e sul. Qualquer ímã possui tanto um pólo norte quanto um pólo sul. Em um ímã de barra simples, um único pólo norte e um único pólo sul situam-se nas respectivas extremidades da barra. Um ímã do tipo ferradura é tão somente uma barra que foi "dobrada" até adquirir uma forma de "U", portanto seus pólos também situam-se nas suas extremidades.

Quando um pólo norte de um ímã é colocado próximo ao pólo norte de outro ímã, eles se repelem. O mesmo ocorre quando um pólo sul é aproximado a outro pólo sul. Ou seja, pólos semelhantes se repelem. Porém, se dois pólos magnéticos opostos (um norte e um sul, e vice-versa) forem aproximados surgirá uma força atrativa entre eles.

Outra característica importante é que um pólo norte magnético jamais existe sem a presença de um pólo sul e vice-versa. Ou seja, os pólos magnéticos são inseparáveis. Isto significa que jamais foi observada a existência de "monopolos" magnéticos. Caso um ímã em barra seja partido em dois, cada metade resultante se comportará como um novos ímãs completos

com seus respectivos pólos norte e sul. Caso quebre em dois novos pedaços, quatro ímãs completos surgirão. E assim sucessivamente, caso os ímãs sigam sendo quebrados não será encontrado um único monopolo magnético isolado (Figura 4.2).

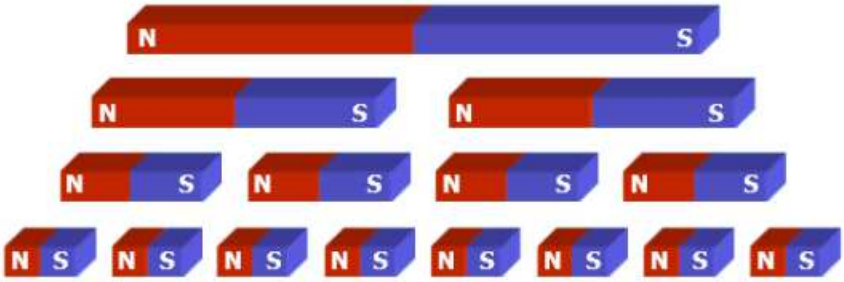

Figura 4.2 – Ao se dividir um ímã em vários outros pedaços serão obtidos novos ímãs independentes, todos com seus respectivos pólos norte e sul (Fonte: *Colégio Web*, *site* da *internet*, acessado em Janeiro de 2019).

Aquecer um corpo até que ele fique incandescente e depois resfriá-lo, alinhando-o com um campo magnético externo é uma das maneiras de se criar um ímã permanente. Foi a partir deste processo que há bilhões de anos se criaram os ímãs naturais, resultantes do resfriamento de rochas de magnetita sob ação do campo magnético terrestre. Por essa razão, fica registrada a direção do campo magnético à época que o ímã em questão foi formado – lembrando que o campo magnético terrestre sofreu inúmeras alterações de direção ao longo do tempo de existência de nosso planeta. Nesse sentido, todo ímã natural é um "fóssil magnético" – são eles que confirmam a constante mudança de posição dos pólos magnéticos terrestres.

Em ímãs que podem se mover livremente, o pólo que se orienta em direção ao Norte Geográfico da Terra (o Sul Magnético, com uma angulação de declinação em relação ao ponto geográfico) é chamado de pólo norte do ímã, e o pólo que se alinha com o Pólo Sul Geográfico da Terra (o Norte Magnético, igualmente com uma angulação de declinação frente ao ponto geográfico) é denominado pólo sul do ímã.

O Magnetismo está fortemente relacionado ao estudo dos fenômenos elétricos. Da mesma forma que uma carga elétrica modifica o espaço ao seu redor criando um campo elétrico, outro campo, este de origem magnética também é gerado desde que a carga em questão esteja em

movimento. Sabe-se que no modelo atômico clássico os elétrons – que têm carga negativa – orbitam ao redor de um núcleo positivo composto por prótons e nêutrons. Assim sendo, pode-se identificar no movimento dos elétrons o elemento gerador de um campo magnético. Nesse sentido, um átomo pode ser considerado um ímã elementar. Essa proposição sugere que uma substância é magnética quando há no seu interior cargas elétricas em movimento em uma configuração distinta daquela encontrada nas substâncias não-magnéticas. De fato, em um material não magnetizado, diz-se que os ímãs elementares estão orientados totalmente ao acaso e desta forma os campos magnéticos gerados por eles tendem a se anular. Para um material não imantado se tornar magnético, ele deve ser submetido a um processo de imantação no qual os ímãs elementares se alinhem de maneira organizada.

Materiais nos quais a magnetização se dá facilmente são chamados de ferromagnéticos, tais como o ferro, o níquel, o cobalto e algumas ligas formadas por estes elementos. Nos materiais denominados paramagnéticos, a imantação é improvável, como exemplo o vidro, o alumínio e a platina. Os materiais chamados de diamagnéticos são aqueles que são repelidos pelos ímãs como, por exemplo, a água, o ouro, o chumbo e o quartzo.

Esses diferentes tipos de comportamentos magnéticos podem ser compreendidos através de um modelo que supõe que a matéria é constituída de um conjunto de pequenos ímãs microscópios, os supracitados "ímãs elementares". Por este modelo, o comportamento magnético de um determinado material seria o resultado da atuação conjunta dos ímãs elementares. A explicação para o aparecimento destes estaria relacionada às propriedades de *spin* dos elétrons.

Ao espalhar certa quantidade de limalha de ferro sobre uma folha de papel colocada por cima de um ímã serão observadas as farpas de limalha se ordenando e traçando o padrão das linhas de campo magnético ao redor do ímã. O espaço que circunda um ímã contém portanto um campo magnético. A forma do campo é revelada pela limalha, cujos pequenos pedaços de ferro se alinham com as linhas do campo magnético do ímã em questão (Figura 4.3).

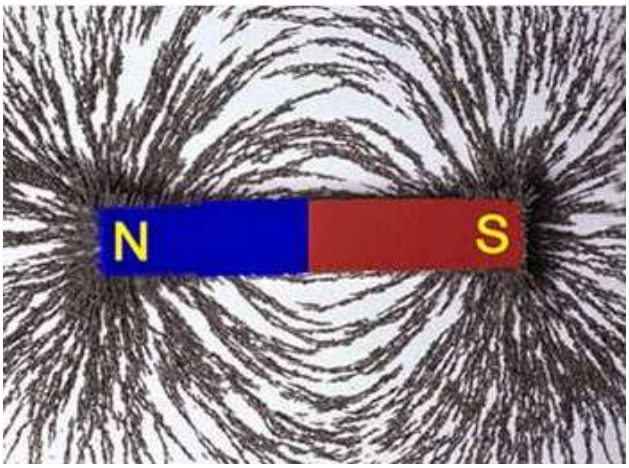

Figura 4.3 – A disposição da limalha de ferro permite a observação das linhas de campo magnético geradas pelo ímã de barra (Fonte: *Física e Vestibular*, *site* da *internet*, acessado em Janeiro de 2019).

Este campo se forma a partir do pólo norte e retorna ao ímã pelo seu pólo sul. Ou seja, o sentido do campo magnético na parte exterior do ímã é do pólo norte para o pólo sul (Figura 4.4), sendo o campo mais intenso exatamente nas regiões de saída e de entrada dos pólos.

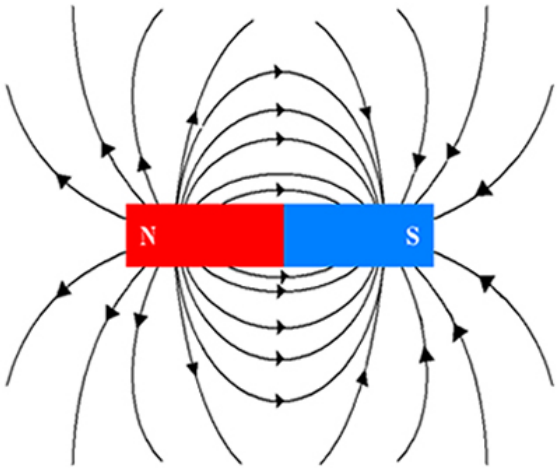

Figura 4.4 – Representação das linhas de campo magnético, saindo do pólo norte do ímã e chegando no seu pólo sul (Fonte: *Brasil Escola*, *site* da *internet*, acessado em Janeiro de 2019).

O campo magnético, assim como os campos gravitacional e elétrico, é caracterizado por um vetor, nesse caso, denominado vetor indução magnética, cuja direção em cada ponto é a da reta tangente às linhas de campo e cujo sentido é aquele que vai do polo sul para o pólo, ou seja, o pólo norte se orienta no sentido do vetor indução magnética. Em outras palavras, no exterior do ímã, o campo sai do pólo norte e vai para o pólo sul. No interior do ímã, o campo sai do pólo sul e vai para o pólo norte.

No Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de medida de intensidade do vetor indução magnética é o Tesla (T), nome dado em homenagem ao cientista sérvio Nikola Tesla (1856-1943) que contribuiu de maneira extremamente relevante para o desenvolvimento do Eletromagnetismo.

4.2 AS BÚSSOLAS E AS PROPRIEDADES MAGNÉTICAS TERRESTRES

Embora não se possa afirmar quem primeiro identificou que uma pedra magnética que gire livremente aponta para uma mesma região (norte-sul), acredita-se que os chineses foram os primeiros a explorar esse fenômeno. No século VI os chineses já possuíam a tecnologia necessária para a fabricação de ímãs. Uma forma bastante simples é confeccionada ao se esfregar um ímã em uma agulha de ferro ou aço, fazendo com que esta agulha esteja imantada e se torne uma bússola.

As primeiras bússolas chinesas não utilizavam agulhas e eram compostas por um prato quadrangular representando o planeta. O objeto que indicava a direção, em forma de concha, era de pedra imantada e a base era um prato de bronze. Um círculo no centro desse prato representava o céu, e a base quadrangular, a Terra (Figura 4.5). Diz a lenda que era utilizada, sobretudo, para orientar a posição das construções em relação ao Palácio do Imperador na Cidade Proibida.

Figura 4.5 – A bússola chinesa, a mais antiga que se tem conhecimento (Fonte: *A Origem das Coisas*, *site* da *internet*, acessado em Janeiro de 2019).

No Ocidente as primeiras referências sobre o uso da bússola ocorreram por volta dos séculos XII e XIII. Em 1269 Pierre de Maricourt em seu trabalho conhecido como "Epístola do Magneto" fez uma descrição pormenorizada a respeito das propriedades dos ímãs – ele observou o fenômeno da bipolaridade e verificou que cada um dos pólos do ímã voltava-se para os pólos do planeta. Realizou então novos experimentos partindo os ímãs, constatando a formação de novos magnetos.

No século XVI, William Gilbert, médico da família real britânica, publicou um trabalho conhecido como "De Magnete". Seu maior mérito consistia em apresentar mais de seiscentos experimentos, em parte elaborados por pessoas que o precederam, outros realizados por ele mesmo, quase sempre sob orientação de informações recebidas pelos trabalhadores marítimos. Dentre outros, ele confeccionou ímãs artificiais ao esfregar pedaços de ferro comum em pedaços de magnetita. Ele também sugeriu que uma bússola sempre se alinha com a direção norte-sul porque o globo terrestre também possuiria as propriedades de um ímã. Seguindo a linha adotada por Pierre de Maricourt, Gilbert foi o primeiro a chamar de "pólos" as extremidades de uma agulha que ficam dirigidas para o norte e sul da Terra. Ele também definiu como magnéticos os corpos que como os ímãs se atraem, e descobriu as afinidades e diferenças entre os corpos magnéticos e elétricos – coube a ele o mérito histórico da distinção efetiva entre a Eletricidade e o Magnetismo.

Em seu livro, Gilbert rejeitou todas as explicações mágicas e esotéricas, desenvolvendo um conceito que seria de enorme influência para Kepler e Newton: os corpos se atraem em virtude de forças físicas, que podem ser estudadas, medidas e controladas. No início do século XIX novas experiências demostraram a existência de uma relação entre Eletricidade e o Magnetismo, o que só foi possível graças ao desenvolvimento da pilha de Volta que possibilitou o surgimento de correntes elétricas mais duradouras.

A bússola (Figura 4.6) por assim dizer, é portanto nada mais que um pequeno ímã que interage com o magnetismo terrestre. Uma bússola aponta sempre para o Pólo Norte Geográfico da Terra (no caso, o Pólo Sul Magnético), portanto é um instrumento utilizado há séculos pra orientação sobre a superfície de nosso planeta.

Figura 4.6 – Uma bússola comercial comum e sua indicação da rosa-dos-ventos (Fonte: *Google Images*, *site* da *internet*, acessado em Janeiro de 2019).

Portanto, teria sido William Gilbert o primeiro cientista a identificar que a Terra comporta-se como um gigantesco ímã. Ele construiu um ímã de formato esférico que denominou de "*terrella*" e colocou pequenos ímãs sobre sua superfície. Ao estudar suas propriedades verificou que eram as mesmas que a da Terra e explicou desta forma as propriedades das bússolas sempre apontarem para o Norte Geográfico, e esta é ainda a forma mais rudimentar de se descrever o magnetismo terrestre. Na Figura 4.7, podem ser observadas as linhas de indução do campo magnético terrestre.

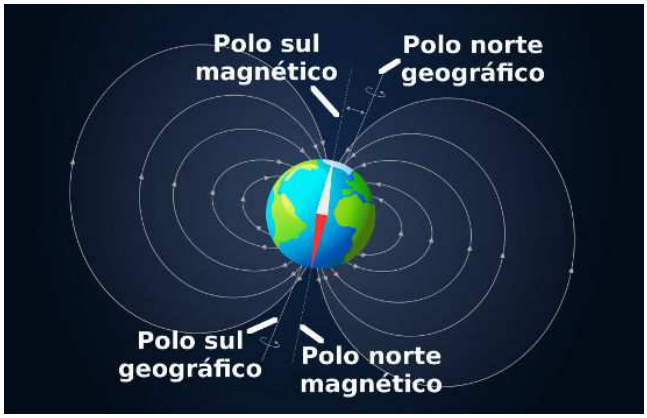

Figura 4.7 – As linhas de indução do campo magnético da Terra e as respectivas posições dos Pólos Geográficos e Magnéticos do planeta (Fonte: *Brasil Escola*, *site* da *internet*, acessado em Janeiro de 2019).

Como já dito anteriormente, a bússola é por si só um ímã e portanto seus pólos norte e sul são idênticos aos pólos norte e sul de quaisquer outros ímãs. Desta forma, como os pólos opostos se atraem, quando uma bússola aponta para o Norte Geográfico isso significa que o pólo norte da bússola está sendo atraído por um pólo sul, que no caso será o Pólo Sul Magnético da Terra. Portanto, o Pólo Sul Magnético está localizado nas proximidades do Pólo Norte Geográfico, assim como o Pólo Norte Magnético está localizado nas proximidades do Pólo Sul Geográfico. O leve desvio entre os Pólos Magnéticos e Geográficos é chamado de declinação magnética.

A origem do campo magnético terrestre é ainda desconhecida. Acreditava-se que era devido a enormes quantidades de ferro magnetizado no interior do núcleo terrestre – o que não pode ser verdade dado que a temperatura do interior da Terra supera o ponto de Currie (a temperatura limite para que qualquer material seja magnetizável) para o ferro, que é de 770ºC. Atualmente, admite-se que o campo magnético terrestre possa ter se originado a partir de intensas correntes elétricas que circundam no interior do planeta, formando desta forma enormes bobinas que formariam o campo magnético terrestre em questão.

5 APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DE ENSINO

Como o foco desta Monografia são as argumentações estabelecidas em sala de aula, será utilizada para a análise de um episódio de ensino uma das gravações em vídeo e em áudio de uma das atividades anteriormente mencionadas, no caso, "A bússola e o magnetismo: O desenvolvimento de uma técnica de Orientação", mais especificamente um episódio extraído do ENCONTRO 01 (conforme Quadro 3.1) no qual foram estudadas as propriedades magnéticas dos ímãs com as turmas de estudantes do 3º ano do Ensino Médio do CAp UFRJ.

A atividade consistia em identificar se todos os pontos da superfície de um ímã possuem a mesma capacidade atrativa. Para isso foi proposto aos estudantes que, utilizando um pequeno pêndulo formado por um *clips* não magnetizado amarrado em um barbante, verificassem se todos os pontos da superfície de dois diferentes ímãs possuíam o mesmo "poder de atração", ou seja, suas polarizações, sendo um ímã em forma de barra (em que os pólos magnéticos se encontram nas superfícies menores do elemento) e outro em forma de placa (em que os pólos magnéticos localizam-se nas superfícies maiores do objeto), conforme mostrado na Figura 5.1.

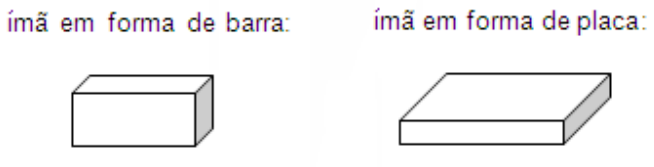

Figura 5.1 – Ímãs utilizados na atividade.

Segue-se então a análise qualitativa das falas transcritas. Para tal, serão utilizados os indicadores de alfabetização científica propostos por Sasseron e Carvalho (2008) transcritos no Quadro 5.1.

Quadro 5.1 – Indicadores de alfabetização científica (SASSERON e CARVALHO, 2008)

Indicador	**Funcionalidade**
Seriação de informação	Busca-se estabelecer bases para uma ação investigativa

Organização de informação	Pode ser observado quando se explicita a busca por um arranjo nas informações disponíveis
Classificação de informação	Ordenação e relação de elementos com os quais se está a trabalhar
Raciocínio lógico	Compreende como as ideias são desenvolvidas e apresentadas
Raciocínio proporcional	Compreende quando se estrutura o pensamento com relação à interdependência de variáveis
Levantamento de hipóteses	Momento em que suposições são levantadas. Pode surgir tanto em forma de perguntas quanto de afirmações
Teste de hipóteses	Colocam-se à prova suposições anteriormente levantadas
Justificativa	Afirmação proferida ao se lançar mão de uma garantia para o que foi proposto
Previsão	Afirma-se uma ação e/ou um fenômeno que se sucede associado a um determinado acontecimento
Explicação	Busca-se relacionar informações e hipóteses já levantadas. Normalmente sucede uma justificativa, mas não necessariamente.

Os dados a seguir são referentes a um grupo formado por quatro estudantes identificadas por A1, A2, A3 e A4. Os nomes das alunas foram trocados por letras com o objetivo de manter preservada e ocultada a identidade de cada uma. A seguir será transcrito o episódio de ensino onde as estudantes estruturam sua investigação.

A atividade é iniciada através da leitura do enunciado do livro-texto por A1. A estudante A2 então entrega o pêndulo a A4 para que esta o segure enquanto que aquela aproxima o ímã à

ponta do *clips*. Porém logo em seguida, A1 tem uma sugestão de modificar a linha do experimento:

Turno	**Aluna**	**Transcrição das falas**	**Indicadores**
5	A1	Não é melhor deixar o negócio na mesa e ir passando em cima?	Organização de informação Levantamento de hipóteses
6	A2	Como assim?	
7	A1	Deixar o ímã na mesa... Põe o ímã em cima da mesa! E aí vai passando o negócio em cima de leve...	Classificação de informação Levantamento de hipóteses
8.1 8.2	A2	Mas tem que ver qual o lado!... Tem que ficar parado! [referindo-se à A4 sobre o pêndulo não poder estar em movimento antes de o ímã ser aproximado].	Organização de informação Previsão

A opinião de A2 é aceita pelo grupo e o experimento prossegue. Inicialmente elas realizam o experimento com o ímã em forma de barra. Há um pequeno momento de silêncio em observância ao fenômeno, que é então cortado pela indagação de A3 no turno 9.

Turno	**Aluna**	**Transcrição das falas**	**Indicadores**
9	A3	O que vocês querem ver?	Organização de informação
10	A1	Tem que ver se todas as partes da superfície do ímã atraem!	Classificação de informação

11	A3	Aquela parte dali [a superfície maior do ímã em forma de barra] não atraiu não, porque ele [o *clips*] foi pra outra parte!	Raciocínio lógico Levantamento de hipóteses
12	A2	Verdade... do outro lado [ainda sobre a superfície maior] não foi!... Do lado [apontando agora para a superfície menor do ímã em barra] atrai!	Justificativa
13	A1	Gente, usa a ponta do *clips*!	Teste de hipóteses
14	A4	É porque do outro lado acaba sendo mais forte... aí vai pro outro lado! Mas atrai...	Explicação

O que sugere então que neste ponto entre os turnos 9 e 10, todas parecem já ter plena identificação do teor da atividade. Iniciam-se em seguida entre os turnos 11 e 14 as observações do fenômeno e a discussão toma forma no grupo.

É importante ressaltar que o ímã em forma de placa possuía superfícies de contato maiores que as do ímã em forma de barra (Figura 5.1) – que a não ser por suas extremidades, possuía superfícies conformes entre si –, e tal fato foi objeto de citação pelas alunas por diversas vezes.

Elas começam a observar que em ambos os pólos magnéticos do elemento há atração, identificado pela discussão sobre os "lados" do ímã. Em seguida há então um pequeno momento de hesitação sobre qual parte do *clips* deve ser utilizada para melhor observação do fenômeno:

Turno	**Aluna**	**Transcrição das falas**	**Indicadores**
15	A1	Não! Não! Usa a ponta do *clips*! Se você não usar a superfície toda, não adianta!	Classificação de informação

16	A2	Lógico que adianta! A pontinha gruda na 'parada' [no ímã]!	Justificativa
17	A1	Não... claro que não!	Previsão
18	A2	Óbvio que não! Ela sempre vai pro lado, né!	Raciocínio lógico
19	A1	Porque ele [o ímã] quer atrair as coisinhas, com a ponta dá para ver se está atraindo ou não!	Previsão Explicação
20	A2	Está atraindo!	Teste de hipóteses
21	A4	Põe então a ponta aqui desse lado para ver se gruda...	Teste de hipóteses
22.1 22.2	A2	Gruda! Mas aqui também está atraindo, também tem atração! Mas aqui não vai ficar parado aqui... vai para cá! [mostrando que o *clips* se movimenta em direção a um dos pólos quando você o coloca perto da linha neutra do ímã]	Justificativa Teste de hipóteses Explicação

Segue-se um momento de dúvida generalizada no grupo, a discussão se acalora e o experimento passa então a ser realizado com o ímã em forma de placa em busca de uma melhor hipótese para o fenômeno.

Turno	Aluna	Transcrição das falas	Indicadores
23	A3	Faz com esse aqui! [pegando o ímã em forma de placa e entregando-o às colegas]	Classificação de informação
24	A2	É diferente... [indicando que os ímãs têm formatos distintos]	Levantamento de hipóteses Previsão
25	A3	Oh, só! Não fica aqui!	Teste de hipóteses
26	A4	Claro que fica! Tá puxando! Fazendo o negócio [o *clips*] mexer!	Levantamento de hipóteses Teste de hipóteses
27	A3	Olha aqui... ele puxa pra onde vai mais...	Levantamento de hipóteses Teste de hipóteses

Ocorre em seguida uma pequena sequência de uma aluna mostrando para a outra o quão mais forte a atração de um lado do ímã é em relação ao outro. E finalmente, elas consentem que há um lado no ímã com maior poder de atração e vão identificar este local nos diferentes ímãs.

Turno	Aluna	Transcrição das falas	Indicadores
31	A2	Sim, tem um lado mais forte!	Justificativa
32.1 32.2	A2	Tem sim! Deixa eu te mostrar qual é! [referindo-se à A1, que está tomando as notas] Nesse daqui [o ímã em forma de barra]... Deixa eu te falar qual é...	Teste de hipóteses Levantamento de hipóteses Raciocínio lógico Classificação de informação

33	A4	Nas superfícies maiores!	Justificativa
34	A2	Não! Aqui é no menor... [pegando o ímã em forma de barra e mostrando que neste a ponta com maior poder de atração é na realidade a que possui menor superfície].	Justificativa Explicação

Há um novo momento de hesitação entre elas. A1 e A2 recomeçam a fazer o experimento em que pegam o *clips* pelo barbante e aproximam um dos ímãs do *clips* suspenso. A interjeição de A2 mostra de vez a plena identificação do fenômeno:

Turno	**Aluna**	**Transcrição das falas**	**Indicadores**
40	A2	Caraca, mano!! Tu viu isso?!	Raciocínio lógico Teste de hipóteses
41	A1	É! Gente! Vocês estão vendo?! [satisfeitíssima, se voltando para as outras duas componentes do grupo. A1 e A2 repetem o experimento para as outras duas colegas]	Raciocínio lógico Teste de hipóteses
42	A2	Era isso que tinha que acontecer!	Justificativa Previsão
43	A1	Ele direciona pro lado menor! [sobre o ímã em forma de barra]	Justificativa
44.1	A2	Aí aqui vai bem pro meio... [quando deixa o ímã em forma de barra na posição vertical, em que apenas um dos pólos está próximo ao *clips*]	Organização de informação Teste de hipóteses

44.2		Ele tá indo pro lado... [novamente o ímã em forma de barra na posição horizontal]	Explicação
45	A1	Tá vendo?!	Teste de hipóteses
46	A2	Uhhh!!	
47	A1	Vai de novo, mostra, mostra...	Levantamento de hipóteses
48	A2	Com o outro! [buscando o ímã em forma de placa]	Teste de hipóteses
49	A1	Não! Põe aqui a pontinha menor! Oh! Vai bem no meio! Ele [o *clips*] roda, roda, roda e vai bem pro meio! [o ímã em forma de barra ainda na posição vertical, mostrando assim às outras que há diferença entre deixar o elemento na horizontal ou na vertical]	Classificação de informação Teste de hipóteses Previsão
50	A2	Já aqui, ele vai pro canto! [o ímã na posição horizontal]	Classificação de informação Teste de hipóteses

Pegam então o ímã em forma de placa, no qual os pólos ficam nas superfícies maiores, para testá-lo:

Turno	**Aluna**	**Transcrição das falas**	**Indicadores**
52.1	A2	Com esse!	Organização de informação
52.2		Esse daí está meio incerto! Eu acho que está indo para esse lado [para a superfície maior]	Previsão

52.3		Eu acho que... É! Esse aqui é o maior! Olha só aqui... [mostrando que a superfície maior do ímã em forma de barra é mais atrativa que a menor] Se eu botar esse aqui...	Justificativa Levantamento de hipóteses
53.1 53.2	A1	É por que você está indo por um lado... Põe o outro lado! [viram a face do ímã e percebem que a atração continua] Não faz diferença...	Levantamento de hipóteses Previsão Justificativa

O experimento prossegue e A1 pede para deixar o ímã em forma de placa na horizontal (o lado de superfície menor, da linha neutra).

Turno	**Aluna**	**Transcrição das falas**	**Indicadores**
54.1 54.2	A1	Tenta pro lado! Tenta pro outro lado! [novamente viram a face do ímã e percebem que agora o *clips* está "apontando" para um lado diferente – dado que agora o pólo norte está à esquerda] É... Tá indo pra lá! Oh! Oh!	Organização de informação Classificação de informação Teste de hipóteses
55	A2	Cara, muito engraçado isso! Ele está meio perturbado!	
56	A1	Tenta outra, tenta outra barra!	Levantamento de hipóteses

Na sequência, elas pegam um ímã semelhante, também em forma de placa, e observam que o mesmo fenômeno ocorre neste ímã, e logo então elas começam a buscar a formulação de justificativa e explicação mais consistentes:

Turno	**Aluna**	**Transcrição das falas**	**Indicadores**
61	A1	Ele direciona pra... pras faces maiores! [o ímã em forma de placa]	Explicação
62	A2	Tá! E no outro caso [o ímã em forma de barra] é o contrário!	Explicação
63	A1	É!	Explicação

Elas concordam com o resultado e tomam anotações. Através de observações do fenômeno e discussões internas elas conseguiram formular de maneira bastante contundente e correta que existem de fato regiões de maior "poder de atração" (segundo suas próprias palavras) em um ímã, ou seja, identificando os pólos de polarização dos magnetos utilizados na atividade.

A transcrição dos dados coletados em uma das atividades evidencia a participação ativa das estudantes na construção de novos conceitos científicos. Elas manipularam, investigaram e observaram como fica evidente nos turnos 15 a 22 onde as estudantes investigam experimentalmente qual a melhor forma de utilização do pêndulo, para verificação de quais superfícies possuem maior "poder de atração".

Nos turnos 23 a 34 percebe-se através do diálogo argumentativo, uma troca de ideias e verbalização do problema entre as estudantes. Observa-se neste ponto uma forte interação verbal entre as participantes do grupo na busca de soluções para a questão proposta. Fica claro o confronto das diferentes ideias levantadas pelas integrantes do grupo. Evidenciam-se características do trabalho de investigação científica quando uma estudante busca convencer suas pares de pesquisa sobre sua hipótese.

Outra capacidade que percebemos relacionada à utilização deste material é a satisfação relacionada à descoberta científica, representada nos turnos 40 a 50. Aqui as estudantes, depois de criarem estratégias de investigação, experimentam o deslumbramento com a nova descoberta.

Assim, fica evidenciado nestas transcrições que esta atividade investigativa cumpriu sua função de dar ao trabalho do estudante em sala de aula características semelhantes a um trabalho de investigação científica.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao constatar a presença e o aparecimento dos indicadores durante a sequência dos turnos analisados, observa-se a existência de um ciclo argumentativo envolvendo a construção do entendimento de um conceito pelas alunas. Compreende-se que este ciclo argumentativo envolve a forma pela qual as argumentações se desencadeiam e a maneira como as relações são estabelecidas.

Em relação à construção das explicações causais em sala de aula pode-se dizer que quando são estimulados a contar como resolveram o problema, os estudantes começam a tomar consciência das coordenações dos eventos, raciocinando sobre o que foi realizado, sobre os eventos vislumbrados no experimento, sobre os elementos que o compõem e que foram manipulados, sobre o que seus colegas também observaram, para que então possa falar, contar, justificar, argumentar e contra-argumentar com seus colegas e professor.

Conforme citado por Carvalho *et al* (2005), a tomada de consciência está, pois, longe de constituir apenas uma simples leitura: ela é uma reconstrução feita pelo aluno de suas ações e do que ele conseguiu observar durante a experiência. Pensando no que fez, para poder falar, para contar para o professor e para os colegas, o aluno vai fazendo ligações lógicas, estabelecendo conexões entre as suas ações e reações dos objetos.

É importante reafirmar que a conceituação é um processo que se inicia com a reconstrução da própria ação e, depois, vai evoluindo para as sequências exteriores, permitindo uma elaboração gradativa de noções necessárias para a explicação dos fenômenos, isto é, para a proposição de novidades atribuídas ao fenômeno físico. A causalidade em suas explicações passa a ser toda atribuída ao fenômeno físico, não se falando mais nas suas próprias ações.

Desta forma, os dados estão de acordo com as nossas hipóteses: os alunos, em sala de aula, quando lhes são dadas as condições para resolverem problemas experimentais que envolvam conhecimento físico, estruturam suas próprias explicações causais, obedecendo a uma sequência de etapas: inicia-se com a tomada de consciência de suas ações e depois, desvinculando-se paulatinamente de suas próprias ações e vão estabelecendo relações entre os

atributos físicos dos objetos estudados, incluindo nesse processo de explicação o aparecimento inicial de novas concepções.

Deste modo, espera-se que os alunos possam construir não apenas o entendimento dos conteúdos, mas também especialmente conhecimentos sobre a própria Ciência, as influências mútuas entre a Ciência e a Sociedade e os modos de construir conhecimentos científicos. Isso poderia contribuir, junto ao ensino das demais disciplinas e áreas de conhecimento, para que os estudantes tenham uma visão mais ampla sobre a humanidade que os capacite a tomar decisões de modo mais consciente e crítico. Uma grande contribuição advinda das Ciências da Natureza para tal empreitada estaria associada ao próprio Fazer Científico e à sua característica de organização que é simultaneamente disciplinada, ordenada, sistemática e criativa.

Portanto, as aulas de Física podem e devem ser planejadas para que os estudantes ultrapassem a ação contemplativa, e encaminhem-se para a reflexão e para a busca de explicações e inferências sobre os mais diversos assuntos dentro do escopo científico.

Percebe-se que a aplicação dessa sequência didática fez com que as alunas se envolvessem com as investigações propostas com bastante afinco e interesse. As argumentações estabelecidas durante as atividades em sala de aula mostraram-se bastante satisfatórias, uma vez que não se restringiram somente a afirmações simples, mas, muitas vezes, apareceram ligadas a justificativas e julgamentos logicamente construídos. Vale notar que as discussões levaram as estudantes a usarem as habilidades próprias da Cultura Científica. As atividades propostas suscitaram discussões nas quais as alunas construíram relações entre os conhecimentos das Ciências e as tecnologias associadas a estes saberes.

Ao ensinar Ciências ou qualquer outra disciplina do Currículo Escolar, não se deseja que os alunos simplesmente copiem o conteúdo presente no quadro-negro ou lousa, ou somente repitam as palavras proferidas pelo professor, ou seja, não se deseja que os discentes atuem como meros copistas e/ou robôs repetidores. Como afirmou Lemke (1997), deseja-se que eles sejam capazes de construir significados essenciais com suas próprias palavras, e neste sentido a análise dos dados qualitativos demonstraram que tais objetivos foram satisfatoriamente contemplados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, M. C. P. S. **Ensino por Investigação: Problematizando as Atividades em Sala de Aula**. In. CARVALHO, A. M. P. de.(Org). *Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

BAKHTIN, M. M. **Marxismo e filosofia da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes. 2000.

CAPPECHI, M. C. V. M. **Argumentação numa aula de Física**. In CARVALHO, A. M. P. (org) *Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Pioneira Thompson Learning. 2004.

CARVALHO, A. M. P. **Pressupostos Epistemológicos para a Pesquisa em Ensino de Ciências**. Caderno De Pesquisa. vol 82, p 85-89, 1992.

CARVALHO, A. M. P. **Produção do conhecimento científico em aula: como estudá-la**. In *Encontro Internacional Linguagem, Cultura e Cognição: Reflexões para o ensino de Ciências, Línguas e Humanidades*. Belo Horizonte, MG. 2003.

CARVALHO, A. M. P. **Metodologia de pesquisa em ensino de Física: uma proposta para estudar os processos de ensino e aprendizagem**. In Anais do IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Jaboticatubas, MG, 2004.

CARVALHO, A. M. P., GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1993.

CARVALHO, A. M. P., SASSERON, L. H. **Ensino e aprendizagem de Física no Ensino Médio e a formação de professores**. In: Estudos Avançados, vol. 32, nº 94, p. 43-55, 2018.

CARVALHO, A. M. P., VANNUCCHI, A. I., BARROS, M. A., GONÇALVES, M. E. R., REY, R. S. **Compreendendo o papel das atividades no ensino de Ciências**. In: Ciências no Ensino Fundamental: o Conhecimento Físico, Ed. Scipione, p. 19-25, 2005.

CRUZ, S. M. S. C.; ZYLBERSZTAJN, A. **O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e aprendizagem centrada em eventos**. In PIETROCOLA, M. (org). *Ensino de Física*. Florianópolis: Ed. Da UFSC, pp.171-196, 2001.

DUGGAN, S., GOOT, R. **The place of investigations in practical work in UK National Curriculum for Science**. International Journal of Science Education. vol. 17, nº 2, p 137-147, 1995.

GIL-PÉREZ, D., CARRASCOSA, J., FURIPO, C., MARTINEZ-TORREGROSA, J. **La enseñanza de las ciências en la educación secundaria**. Barcelona, Horsori, 1991.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P., BUSTAMANTE, J. D. **Discurso de aula y argumentación em la classe de ciências: cuestiones teóricas y metodológicas**. Enseñanza de las Ciencias. Barcelona, vol. 21, nº 3, p 359-370, 2003.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P., RODRIGUEZ, A. B., DUSCHL, R. A. **Doing the lesson or doing science: argument in high school genetics**. Science Education Hoboken, vol. 84, p 757-792, 2000.

KOYRÉ, A. **Estudos de história do pensamento científico**. Ed. Forense-Universitária. Brasília, 1982.

KRASILCHIK, M. **Avaliação no Ensino de Ciências**. Projeto Ipê, Ciências IV, SEC/SP, 1985.

LEMKE, J. L. **Aprender a hablar ciencia**, Barcelona: Paidós, 1997.

LEMKE, J. L. **Multiplying meaning: visual and verbal semiotics in scientific text**. In: MARTIN, J. R. E.; VEEL, R. (ed). *Reading Science: funcional perspectives on discourses of Science*. London: Routledge, , p. 87-113, 1998.

LONGINO, H. E. **The fate of knowledge**. Princeton, NJ: Princeton University Press, 20025.

LUDKE, M., ANDRÉ, M. **Pesquisa em Educação: Abordagens qualitativas.** Editora pedagógica e universitária, EPU, São Paulo, SP, 1986.

MACHADO, V. F., SASSERON, L. H. **As perguntas em aulas investigativas de Ciências: a construção teórica de categorias**. In Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, vol. 12, nº 2, 2012.

MALDANER, O. A.; ZANON, L. B.; AUTH, M. A. **Pesquisa sobre Educação em ciências e formação de professores**. In: SANTOS, F. M. T.; GRECA, I. M. *A Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas Metodologias*. Ijuí: Ed. Unijuí, p. 49-88, 2007.

MARTINS, I., OGBORN, J., KRESS, G. **Explicando uma explicação**. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, vol. 1, nº 1, 1999.

MOREIRA, M. A.; **A área de Ensino de Ciências e Matemática na CAPES:em busca de qualidade e identidade**. In: NARDI, R. *A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil: alguns recortes*. Bauru: Escrituras Editora, p. 20-39, 2007.

MORTIMER, E. F.; SANTOS, W. L. P**. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação Brasileira**. Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, v. 2, n. 2, 2002.

MORTIMEU. E. F., SCOTT, P. **Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino**. Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, vol. 7, nº 3, p. 283-306, 2002.

PENHA, S. P. **A Física e a Sociedade na TV**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ensino de Ciências e Matemática, CEFET-RJ, Rio de Janeiro, 2006.

PENHA, S. P. **A Física e a Sociedade na TV**. In: VIANNA, D. M. *Novas Perspectivas para o Ensino de Física: Proposta para uma formação cidadã centrada no enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade - CTS*. Rio de Janeiro: Gráfica UFRJ, p. 31-116, 2008.

SASSERON, L. H. **Ensino de ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a Base Nacional Comum Curricular**. In Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, vol. 18, nº 3, 2018.

SASSERON, L. H., CARVALHO, A. M. P. **Almejando a alfabetização no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo**. In: Investigações em Ensino de Ciências, vol. 13, nº 3, p. 333-352, 2008.

SASSERON, L. H., CARVALHO, A. M. P. **Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin**. In: Ciência & Educação, vol. 17, nº 1, p. 97-114, 2011.

SUTTON, C. **New perspectives on language in Science**. In: FRASER, B., TOBIN, K. G. (ed) International Handbook of Science Education. Dordrech: Kluwer Academic Publishers, 1997.

TAO, P. K., GUNSTONE, R. F. **The process of conceptual change in force and motion during computer-supported physics instruction**. Journal of Research in Science Teaching, New York, vol. 36, n. 7, p. 859-882, 1999.

TOULMIN, S. E. **Os usos do argumento**. São Paulo: Martins Fontes, 2ª edição, 2006.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes. 2000.