

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS – MESTRADO PROFISSIONAL

TEREZINHA CABRAL

**O ELETROMAGNETISMO E SUAS RELAÇÕES
CONCEITUAIS NO ENSINO FUNDAMENTAL**

DOURADOS

2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS – MESTRADO PROFISSIONAL

TEREZINHA CABRAL

**O ELETROMAGNETISMO E SUAS RELAÇÕES
CONCEITUAIS NO ENSINO FUNDAMENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito final para a obtenção do título de mestre.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Lenice Heloísa de Arruda Silva

DOURADOS

2016

Ao Clóvis, meu companheiro de
todas as horas.

Às minhas amadas filhas Hellen e
Valquiria, abençoados fruto e
certeza da vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, razão da minha existência.

A minha orientadora, professora Dr.^a Lenice Heloisa de Arruda Silva pela paciência, apoio, compreensão, incentivo na orientação, às vezes uns puxões de orelha, mas sobretudo pela incansável disposição em corrigir o texto, primando pela qualidade do mesmo e ainda, pela amizade que possibilitou a conclusão desta dissertação.

A meu companheiro Clóvis que, sempre me apoiou em todos os momentos da minha vida.

As minhas irmãs que nos momentos de dificuldades, que não foram poucos, sempre me lembravam “se chegou até aqui, continua! ”.

A professora e coordenadora do curso, pelo convívio e ensinamentos. A todos os professores do programa de pós-graduação em ensino de ciências da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, que deram contribuições significativas para meu crescimento acadêmico.

Aos meus queridos colegas do mestrado, pela troca de experiências que muito acrescentam na vida pessoal e profissional e pelo convívio alegre e harmonioso durante todo nosso trajeto.

Ao diretor, a professora e aos alunos da escola onde pude realizar minha pesquisa.

Aos componentes da banca, Prof.^a Dr.^a Lenice Heloisa de Arruda Silva, Prof. Dr. Hamilton Perez Soares Corrêa, Prof. Dr. Fernando Cesar Ferreira e Prof.^a Dr.^a Maria Celina Piazza Recena, que muito contribuíram com suas sugestões. E, finalmente, a Fundação Universidade Federal do Mato Grosso do Sul.

Porque o senhor dá a sabedoria; da sua boca é que vem o conhecimento e o entendimento. Provérbios 2:6

O ELETROMAGNETISMO E SUAS RELAÇÕES CONCEITUAIS NO ENSINO FUNDAMENTAL

RESUMO: Este trabalho tem como tema o ensino de Ciências, mais especificamente, o de Física, enfocando Magnetismo e os conceitos a ele relacionados, para o nível fundamental. Nesses termos, o objetivo desse estudo é desenvolver e investigar uma sequência de ensino que aborda o Magnetismo e os conceitos a ele relacionados, bem como suas implicações tecnológicas e sociais, para saber se tal sequência pode promover nos alunos do 9º ano do ensino fundamental a aprendizagem/apropriação de princípios básicos de eletromagnetismo. Para a coleta de informações que serviram para a construção dos dados da investigação proposta, foram realizadas gravações em vídeo das ações, atividades e interações ocorridas durante o desenvolvimento da sequência de ensino. Os dados foram transcritos e analisados mediante uma abordagem da Análise Microgenética, que privilegia a análise de processos e não de produtos, bem como uma maneira de construção de dados que requer a atenção a detalhes e o recorte de episódios interativos entre os sujeitos participantes da investigação. Durante o desenvolvimento da investigação as atenções se prenderam nas interações entre os sujeitos, nas elaborações e evoluções conceituais constituídas coletivamente a partir do discurso entre os sujeitos e no desenvolvimento do conhecimento, visando avaliar a sequência de ensino para o processo de ensino/aprendizagem dos conceitos acima. Espera-se que este trabalho contribua, por meio da elaboração da sequência de ensino, produto desta dissertação, como um material didático alternativo que possa contribuir para melhoria do ensino-aprendizagem Ciências no nível fundamental. A análise dos dados da investigação permite-nos, afirmar que o objetivo esperado com esta pesquisa, se mostra promissor, pois o processo de elaboração pelos alunos indica que houve apropriação e evolução em relação a conceitos relativos ao eletromagnetismo.

Palavras-Chaves: Ensino de física, ciências no nível fundamental, elaboração de conceitos.

Abstract: This work has as its theme the teaching science, more specifically, in physics, focusing on magnetism and related concepts, to the fundamental level. In those terms, the aim of this study is to develop and investigate a string of teaching which covers magnetism and related concepts as well as their technological and social implications, to determine whether such a sequence can promote in ninth grade students of the elementary school learning/appropriation of basic principles of electromagnetism. For the collection of information used for the construction of the proposed research data, video recordings of actions, activities and interactions during the development of the teaching sequence. The data were transcribed and analysed by a Microgenética analysis approach, which privileges the analysis of processes, not products, as well as a way of building data that requires attention to detail and the clipping of interactive episodes between the subject research participants. The data were transcribed and analysed by a Microgenética analysis approach, which privileges the analysis of processes, not products, as well as a way of building data that requires attention to detail and the clipping of interactive episodes between the subject research participants. During the development of research attention is arrested in interactions between the subject, the elaborations and conceptual developments formed collectively from the speech between the subject and the development of knowledge, in order to assess teaching sequence for the teaching/learning process of the concepts above. It is hoped that this work contributes, through the elaboration of teaching, product of this dissertation, as an alternative teaching materials that can contribute to improving the teaching and learning of Sciences fundamental level. The research data analysis allows us to say that the expected goal with this research, if shows promising because the process of preparation by students indicates that ownership and evolution in relation to concepts related to electromagnetism.

Key words: Physics teaching, fundamental level Sciences, elaboration of concepts.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Zona de desenvolvimento proximal.....	26
Figura 2 – Visão microscópica dos domínios magnéticos em um cristal de ferro.....	37
Figura 3 – As bússolas revelam a forma circular do campo magnético que existe ao redor de um fio conduzindo uma corrente.....	39
Figura 4: Um feixe de elétrons desviados por um campo magnético.....	40
Figura 5: Raios catódicos e elétrons: Um tubo de raios catódicos (CRT) é um recipiente profundo com um eletrodo em cada extremidade. Uma voltagem alta é aplicada através dos eletrodos.....	41
Figura 6: Composição de um monitor LCD.....	42
Figura 7: O campo magnético terrestre repele a maior parte da radiação das partículas que vêm continuamente do Sol.....	43
Figura 8: Tipos de ímãs usados nos experimentos.....	62
Figura 9: Recipiente com água e tampinhas de plástico com ímã no centro....	63
Foto 1 – Apresentando material do experimento.....	67
Figura 10 – Introdução histórica sobre ímã.....	72
Figura 11 – Terra Ímã – Estrutura e formação do campo magnético.....	73
Figura 12: Materiais do experimento. A bússola.....	74
Figura 13 : Polos geográficos e magnéticos.....	77

Figura 14: Domínios Magnéticos.....	81
Foto 2 – Orientando experimento.....	85
Foto 3 – Visualizando linhas de campo magnético gerado por corrente elétrica.....	95
Foto 4: Experimento: Observação das linhas de indução do campo magnético e sua orientação, utilizando uma folha sulfite, 2 ímãs e limalha de ferro.....	100
Foto 5 – aula/debate – propaganda x consumismo.....	104

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
Problemática e justificativa do trabalho	12
CAPÍTULO I	
– FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E PEDAGÓGICA DA INVESTIGAÇÃO ...	21
Vygotsky: Teórico da educação interacionista e intervencionista	21
A perspectiva histórico-cultural e a formação de conceitos.....	23
A formação de conceitos.....	26
Magnetismo – Eletricidade – Eletromagnetismo.....	33
Domínios magnéticos.....	36
Do magnetismo ao eletromagnetismo: Correntes elétricas e campos magnéticos.....	38
Forças Magnéticas sobre Partículas Carregadas.....	40
SEQUÊNCIA DE ENSINO.....	45
Proposta de uma Sequência de Ensino para abordagem do conceito de Eletromagnetismo, a partir do Magnetismo, no nível de ensino fundamental.....	45
PRIMEIRO ENCONTRO: Levantamento de conceitos cotidianos sobre magnetismo.....	45
SEGUNDO ENCONTRO: Confronto entre conceitos cotidianos e científicos, iniciando a sistematização dos conceitos relacionados ao magnetismo.....	48
TERCEIRO ENCONTRO: A (inter) relação de conceitos no processo de desenvolvimento e aprendizagem do conceito de Magnetismo. Introdução ao Magnetismo.....	49
QUARTO ENCONTRO: Articulação conceitual entre eletricidade e magnetismo – Indícios de evolução conceitual.....	51

QUINTO ENCONTRO: Magnetismo: Compreendendo sua importância para a vida terrestre. Consolidação de conceitos: apropriação do conhecimento.....54

SEXTO ENCONTRO: Do magnetismo ao eletromagnetismo: O desenvolvimento das tecnologias, confortos que usufruímos e o consumo consciente.....55

CAPÍTULO II

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS, SUJEITOS E CONTEXTO DA INVESTIGAÇÃO.....57

CAPÍTULO III

RESULTADOS E ANÁLISES DA INVESTIGAÇÃO.....61

EPISÓDIOS.....61

Episódio 1: Conhecimentos cotidianos: da palavra à significação mediada.....61

Episódio 2: No confronto, a dinâmica e o desenvolvimento no processo de formação de conceitos.....70

Episódio 3: Implicações nos processos de aprendizagem: Avanços e retrocessos na formação de conceitos.....80

Introdução ao magnetismo.....80

Esclarecimentos: Retomada das questões que foram levantadas por Lara, Katya e Tânia.....94

Episódio 4: Do conceito à experimentação. (Experimento de Oersted)95

Episódio 5: Apropriação de conceitos. O grande salto no desenvolvimento que amplia a perspectiva conceitual.....98

Episódio 6: Do Magnetismo ao Eletromagnetismo. Da abstração à Generalização.....	103
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	109
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	112
APÊNDICES.....	116
Apêndice A – Texto: Primeiros estudos sobre Magnetismo.....	116
Apêndice B – Texto: O Descobrimto e o valor do Eletromagnetismo.....	117
Apêndice C – Texto: Explicação dos fenômenos magnéticos.....	121
Apêndice D – Texto: Substâncias Magnéticas.....	124
Apêndice E – Texto: Conceito Inicial de Campo Magnético.....	125
Apêndice F – Texto: Linha de indução magnética, Indução Magnética.....	126

INTRODUÇÃO

Problemática e justificativa do trabalho

Este trabalho tem como tema o ensino de Ciências, mais especificamente, o de Física, enfocando neste o conceito de Magnetismo para alunos do 9º ano do ensino fundamental, preparando-os para conhecimentos mais complexos e gerais de Eletromagnetismo. O desenvolvimento desse estudo se apoia na necessidade de compreender os mecanismos dos fenômenos magnéticos que nos rodeiam, por ser de grande relevância para o homem em suas atividades. Em tempos mais remotos essa compreensão foi fundamental para o descobrimento de novas terras, rotas comerciais, guerras e muitas outras aplicações.

A partir da correlação do Magnetismo com a Eletricidade, ocorrida no final do século XIX, o século XX testemunhou um avanço impressionante no entendimento desses fenômenos, e, conseqüentemente, suas aplicações se multiplicaram e foram substancialmente aprimoradas, resultando em avanços tecnológicos em todos os setores da sociedade. Atualmente, por meio do conhecimento do Eletromagnetismo, o mundo se torna a cada dia mais um mundo de comunicações e soluções tecnológicas que transpõe fronteiras e reduz distâncias. O conhecimento desses avanços tecnológicos é necessário em praticamente todas as áreas, como comunicação, transporte, saúde e indústria. Imersos nesse contexto, muitas vezes, não nos damos conta, que o não conhecimento dos conceitos básicos que levaram ao conhecimento do Eletromagnetismo, impossibilita entender e fazer um melhor uso da tecnologia, que faz parte do nosso dia-a-dia, limitando muito a sua significação para nossa vida social, profissional e econômica (GOEKING, 2010; KNOBEL, 2009).

Dentro desse contexto, é importante assinalar que a finalidade do desenvolvimento tecnológico precisa ser cautelosamente refletida, e não mais acatada como sinônimo de riqueza e bem-estar social, como é amplamente veiculado pelos meios de divulgação (FERRAZ, 2007). Ademais, vivemos em um mundo automatizado, no qual as sociedades passaram a confiar na ciência e na tecnologia de forma dogmática, capaz de resolver todos os problemas

sociais (MORTIMER e SANTOS, 2002). Assim, é necessário refletir seus usos e consequências, levando em conta seus mais diversos interesses, já que atingem todas as esferas sociais, ambientais, políticas, militares e econômicas e, portanto, tem norteado o desenvolvimento da humanidade. Reforçando essa reflexão, FOUREZ (1995) afirma ser uma necessidade disponibilizar conhecimentos que permitam ao cidadão compreender, tomar decisão e agir conforme o discurso dos especialistas.

Além dos aspectos apontados acima, o interesse e, também, a justificativa para desenvolver o presente estudo se pauta em experiência por mim vivenciada durante o meu curso de licenciatura em Ciências Biológicas, após a elaboração de um trabalho sobre o eixo **A Terra e o Universo**, cujo objetivo era discutir aspectos do currículo do ensino de ciências. Na apresentação desse trabalho lancei a meus colegas de curso algumas questões sobre os efeitos do magnetismo para a vida terrestre, mais especificamente, sobre a importância do magnetismo em nossa orientação e seu emprego no uso da Bússola.

Observei que muitos não sabiam ou não conseguiam explicar, por exemplo, a relação do Magnetismo e o funcionamento da Bússola, chegando a afirmar que caso estivessem perdidos em um lugar ermo, mesmo tendo uma bússola, continuariam perdidos, pois não saberiam usá-la. Tal situação causou-me certa inquietação, pois, sendo licenciandos poderiam ser professores de ciências e ministrar conteúdos que abrangem o Magnetismo, conceito este, que pode posteriormente, possibilitar a compreensão de Eletromagnetismo. Essa inquietação me levou a investigar, durante a realização de estágio supervisionado curricular em prática de ensino de ciências e de biologia, se os alunos do nível fundamental e médio entendiam ou sabiam explicar o referido conceito. A maioria deles respondeu que não sabia. Essa problemática por mim observada é confirmada por CUDMANI y FONTDEVILA (1990, p.215), quando abordam problemas relativos a dificuldades de aprendizagem dos conceitos de eletromagnetismo, como exposto abaixo.

A experiência docente mostra que, em geral, a aprendizagem do eletromagnetismo tanto no ensino médio quanto nos níveis básicos universitários oferece sérias dificuldades aos estudantes. Estas dificuldades são manifestadas fundamentalmente nos aspectos conceituais da disciplina. São diversas as fontes dessas dificuldades, porém com base em nossas observações formulamos a hipótese de que parte do problema radica na tradicional estruturação dos conteúdos. [tradução nossa]

Ainda nessa linha de raciocínio, Paz (2007, p. 17) também, destaca que:

Dentre os conteúdos de Física que apresentam um grau maior de dificuldade de aprendizagem, comparado aos demais, está o Eletromagnetismo. Os professores, de modo geral, declaram que os estudantes expressam dificuldades na aprendizagem dos fenômenos, leis e conceitos que o envolvem.

A partir dessas ideias buscamos, então, na literatura, saber como essa problemática estava sendo discutida e me deparei com trabalhos que apontam dificuldades de aprendizagem de conceitos de física de modo geral. Esses trabalhos revelam que dificuldades na aprendizagem de conceitos de física podem ser explicadas, em parte, pelo fato de que o ensino de física tem se focalizado excessivamente na física matemática e se orientado em uma perspectiva do processo de ensino-aprendizagem pautado no modelo transmissão-recepção, no qual os alunos apenas memorizam as inúmeras fórmulas e conceitos, vazios de significados e desarticulados do seu cotidiano (BRASIL, 2000; PIRES e FERRARI, 2013; RICARDO, 2004; SILVA, 2004; WOBRICH, 2001).

Além disso, conforme ressalta Ricardo (2004, p. 09),

A física como é apresentada na maioria dos livros didáticos, excessivamente modelizada, distancia-se do aluno e o leva a desacreditar que tenha qualquer relação com o mundo real. Esse aluno é convencido, então, pelas teorias científicas sem compreendê-las, recebe-as como uma espécie de crença.

Tal perspectiva de ensino “é um dos fatores responsáveis pelo fato de os alunos pouco ou nada aprenderem da Física. O que comumente aprendem é a não gostar dela, levando esse estigma consigo para o resto da vida” (SILVA, 2012, p.12). Por isso, apesar de terem concluído a educação básica, o educando mantém suas concepções, as quais, muitas vezes, estão equivocadas e/ou distantes do conhecimento científico (RICARDO, 2004).

Em face dessas ideias, não é difícil, então, entender as dificuldades enfrentadas pelos alunos em compreender conceitos de física, especialmente no que se refere aos de eletromagnetismo, principalmente por serem descontextualizados da realidade social e tecnológica e/ou, ainda, serem introduzidos de forma direta, pulando os conceitos básicos que permitiria uma melhor compreensão dos conceitos mais complexos.

Posto isto, acredito que, apesar da complexidade é de grande relevância apresentar, já no ensino fundamental, em uma abordagem contextualizada com o cotidiano dessa geração imersa no mundo tecnológico, os conceitos do magnetismo e sua relação com a eletricidade, que foi evidenciada por Hans Cristian Oersted e, posteriormente, unificada em uma ciência denominada eletromagnetismo, por James Clerk Maxwell. Nesse sentido, é importante que o ensino de ciências, particularmente o de física, tenha em sua abordagem a evolução da própria ciência, não apenas ao que se refere aos seus resultados tecnológicos, mas também no que diz respeito aos seus processos e conflitos (PAZ, 2007).

Portanto, nada mais natural estimular nos alunos, que fazem parte dessa sociedade, uma participação mais ativa e crítica nas discussões decorrentes do tripé ciência/tecnologia/sociedade.

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; ZYLBERSZTAJN, 2001, p.171).

Acrescento a essa ideia que é preciso entender que além de apresentar aos alunos um ensino de qualidade, com conceitos que tenham sentido e coerência para o seu cotidiano, este ensino, também, precisa envolver questões relativas a atitudes e valores, voltadas para a formação da cidadania, que permita ao aluno refletir sobre as implicações desses saberes e o desenvolvimento da tecnologia deles decorrentes, na sua vida e na sociedade.

Nessa perspectiva o ensino de eletromagnetismo precisa ser apresentado, já no ensino fundamental, buscando aproximar os alunos deste conteúdo, paulatinamente, de forma, a desmistificar o preconceito com a disciplina de Física e prepará-los a encará-la como um conhecimento, além de necessário, interessante e prazeroso. Em outros termos, no ensino de ciências é importante que ao aprenderem sobre eletromagnetismo, os alunos compreendam a função social desse conhecimento para sua vida, bem como desenvolvam reflexões críticas sobre o uso da tecnologia produzida a partir do desenvolvimento do conhecimento desse conceito.

Sobre especificamente o ensino de Física os PARAMETROS CURRICULARES NACIONAIS (2006) rezam que:

A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. Isso implica, também, na introdução à linguagem própria da Física, que faz uso de conceitos e terminologia bem definidos, além de suas formas de expressão, que envolvem, muitas vezes, tabelas, gráficos ou relações matemáticas. Ao mesmo tempo, a Física deve vir a ser reconhecida como um processo cuja construção ocorreu ao longo da história da humanidade, impregnado de contribuições culturais, econômicas e sociais, que vem resultando no desenvolvimento de diferentes tecnologias e, por sua vez, por elas impulsionado.

Em face disso, há uma necessidade premente de mudanças no ensino de Física, particularmente no que se refere aos conceitos elementares que prepararão uma melhor compreensão aos conceitos mais complexos do

Eletromagnetismo, por ser este relevante para se entender os fenômenos naturais e o mundo tecnológico em que vivemos. Nesse sentido, Paz (2007, p. 14) expressa que:

O ensino-aprendizagem do Eletromagnetismo, quase que em sua totalidade, nos remete a uma prática escolar desgastada. Frequentemente, nós professores, mesmo com a sensação de estarmos no comando de um barco sem rumo, vemos a importância de transformar essa prática, requerendo desta forma, novos desafios, novas formas de ação escolar para nos transformarmos em educadores.

Para iniciar o processo de entendimento do eletromagnetismo, consideramos que, abordando-o a partir do Magnetismo, poderá surtir um efeito positivo, no que tange, ao início do processo de elaboração conceitual do mesmo por parte dos alunos do nível fundamental. Isso porque o conceito de magnetismo envolve conceitos que se articulam, para a compreensão do conceito central do Eletromagnetismo, que é baseado no conceito de campo eletromagnético. Tal articulação é fundamental para que o aluno elabore e evolua conceitualmente. Tal ideia se apoia no pensamento de Vygotsky (1993, apud SILVA, 2004, p. 51), o qual considera que a apropriação de conceitos científicos por parte do indivíduo pode levá-lo a se conscientizar dos próprios processos mentais. Segundo esse teórico,

Os conceitos científicos, com suas atitudes totalmente distintas em direção ao objeto, mediados através de outros conceitos com seu sistema hierárquico interno de relações mútuas, constituem a esfera na qual a tomada de consciência dos conceitos, isto é, a sua generalização e domínio, surgem, ao que parece, em primeiro lugar. Uma vez que a nova estrutura da generalização tenha surgido em uma esfera do pensamento, se transfere depois, como qualquer estrutura, como um determinado princípio de atividade, sem necessidade de aprendizagem alguma, a todas restantes esferas do pensamento e dos conceitos. Deste modo, a tomada da consciência vem pela porta dos conceitos científicos.

De acordo com o citado teórico, para que um conceito possa ser submetido à consciência e ao controle deliberado, ele necessita fazer parte de

um sistema, pois se consciência, significa generalização, esta, por sua vez, significa a formação de um conceito superior, o qual implica a existência de uma série de conceitos subordinados. Este conceito superior pressupõe ao mesmo tempo a sistematização hierárquica dos conceitos inferiores a ele subordinados, com os quais se relaciona de novo através de um determinado sistema de relações. Assim, “a generalização do conceito leva a localização do mencionado conceito em um determinado sistema de relações de generalidade, relações que constituem as conexões mais naturais e mais importantes entre estes. Por conseguinte, a generalização significa ao mesmo tempo a tomada de consciência e a sistematização dos conceitos” (VYGOTSKY, 1993 apud SILVA, 2004, p. 51).

Nesse sentido, Vygotsky (1993 apud SILVA, 2004, p. 51) argumenta que,

(...) o desenvolvimento dos conhecimentos sistematizados/científicos se produz nas condições reais do processo de ensino, que constitui uma forma de interação sistemática e deliberada do professor com o aluno. Nesta interação desenvolvem-se as funções psicológicas superiores do aluno com a ajuda e participação do professor. Esse desenvolvimento encontra sua expressão na crescente utilização dos conceitos independente do contexto no qual foram produzidos e, também, no fato de que o pensamento científico do aluno avança até alcançar um determinado nível de desenvolvimento em relação à consciência e ao uso deliberado dos conceitos.

Nessa perspectiva, é importante no ensino de ciências refletir sobre que estratégias possibilitariam abordar eletromagnetismo, a partir do conceito de Magnetismo, contextualizando-o com a realidade na qual os alunos estão inseridos, no sentido de promover neles o aprendizado e a apropriação desse conceito, de forma, que sejam capazes de transpô-los para o seu contexto social.

Considerando a exposição acima, neste trabalho propomos a seguinte questão de investigação: como uma sequência de ensino, fundamentada no referencial histórico-cultural do desenvolvimento, a partir das ideias de Vygotsky, abordando Magnetismo e os conceitos a ele relacionados, e,

também, suas implicações tecnológicas e sociais pode promover em alunos do 9º ano do ensino fundamental, a aprendizagem/apropriação dos princípios básicos de eletromagnetismo?

Nestes termos, este trabalho tem como objetivo desenvolver e investigar uma sequência de ensino, fundamentada no referencial histórico-cultural do desenvolvimento humano, a partir das ideias de Vygotsky, que aborda o Magnetismo e os conceitos a ele relacionados, e, também, suas implicações tecnológicas e sociais pode promover em alunos do 9º ano do ensino fundamental, a aprendizagem/apropriação dos princípios básicos de eletromagnetismo.

A sequência de atividades se fundamentará em uma perspectiva histórico cultural do desenvolvimento humano, a partir das ideias de Vygotsky, para focar aspectos pedagógicos do processo de formação de conceitos, bem como o caráter social dos fatores que podem interferir/promover nesse processo, tais como a mediação pedagógica (do professor).

Com base nesses aspectos, este trabalho busca contribuir, por meio da elaboração de uma sequência de ensino, fundamentada em uma perspectiva histórico-cultural do desenvolvimento humano, um material didático alternativo para o ensino de Magnetismo e os conceitos a ele relacionados e, também, suas implicações tecnológicas e sociais, para melhoria do processo aprendizagem de ciências /física no nível fundamental.

Para desenvolver esse estudo, neste trabalho apresentamos no primeiro capítulo a fundamentação teórica e pedagógica da investigação, a partir de uma breve apresentação da perspectiva histórico-cultural do desenvolvimento humano, pautada nas ideias de Vygotsky, seguida de uma discussão teórica sobre a formação de conceitos nessa perspectiva, bem como os conceitos a serem tratados na sequência de atividades. Neste capítulo também será apresentada a sequência de ensino a ser desenvolvida e analisada neste estudo.

No segundo capítulo abordamos os procedimentos metodológicos, sujeitos e contexto da investigação proposta neste trabalho. Já no terceiro

capítulo apresentamos os resultados e análise dos dados da investigação, por fim, apresentamos as considerações finais desta dissertação.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E PEDAGÓGICA DA INVESTIGAÇÃO

Neste capítulo, após uma breve apresentação de Lev Semenovitch Vygotsky, abordamos parte de suas ideias, mais especificamente, o processo de formação de conceitos no contexto escolar. Iniciamos essa abordagem destacando que para esse teórico tal processo envolve relações intra e interpessoais e de troca com o meio, a partir de um processo denominado mediação, em que, a intervenção pedagógica do professor na formação desse sujeito, que passa pela escola, é fundamental.

Vygotsky: Teórico da educação interacionista e intervencionista

Lev Semenovitch Vygotsky nasceu em 17 de novembro de 1896 em Orsha, pequena cidade perto de Minsk, a capital da Bielo-Rússia, região então dominada pela Rússia (e que só se tornou independente em 1991, com a desintegração da União Soviética, adotando o nome de Belarus). Seus pais eram de uma família judaica culta e com boas condições econômicas, o que permitiu a Vygotsky uma formação sólida desde criança. Ele teve um tutor particular até entrar no curso secundário e se dedicou desde cedo a muitas leituras. Após a escola secundária (gymnasium), na cidade de Gomel, aos 18 anos, matriculou-se no curso de medicina em Moscou, mas acabou cursando a faculdade de direito. Formado, voltou a Gomel, na Bielo-Rússia, em 1917, ano da revolução bolchevique, que ele apoiou. Lecionou literatura, estética e história da arte e fundou um laboratório de psicologia - área em que rapidamente ganhou destaque, graças a sua cultura enciclopédica, seu pensamento inovador e sua intensa atividade, tendo produzido mais de 200 trabalhos científicos. As principais obras de Vygotsky traduzidas para o português são "A formação social da mente", "Psicologia e pedagogia" e "Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem", "A Construção do Pensamento e Linguagem" (obra completa), "Teoria e Método em Psicologia", "Psicologia

Pedagógica”. Em 1962 saiu nos Estados Unidos o livro *Pensamento e Linguagem*, edição a partir da qual foram feitas outras – inclusive a brasileira, mas que na verdade é uma compilação que corresponde a apenas um terço da obra. Vygotsky trouxe uma nova perspectiva de olhar às crianças. Juntamente com Luria, Leontiev e Sakarov, entre outros, formou um grupo de jovens intelectuais da Rússia pós-revolução, que buscavam uma nova psicologia, embora suas produções não tenha sido um sistema explicativo completo, apresenta-nos conceitos, alguns já abordados por Jean Piaget, precursor em considerar a criança como ela própria, com seus processos e nuances, e não um adulto em miniatura. O teórico pretendia uma abordagem que buscasse a síntese do homem como ser biológico, histórico e social. Por considerar o homem um ser social, sua abordagem quanto aos processos de desenvolvimento do ser humano, orientou-se enfatizando a dimensão sócio-histórica, ou seja, na interação do homem com o outro no espaço social. Em sua abordagem sóciointeracionista buscava caracterizar os aspectos tipicamente humanos do comportamento e elaborar hipóteses de como as características humanas se formam ao longo da história do indivíduo. (RABELLO E PASSOS; FERRARI; IVIC, 2010; OLIVEIRA KOHL, 2013).

Em 1925, já sofrendo da tuberculose que o mataria em 1934, publicou *A Psicologia da Arte*, um estudo sobre Hamlet, de William Shakespeare, cuja origem é sua tese de mestrado (FERRARI, 2008).

Foi o primeiro psicólogo moderno a sugerir os mecanismos pelos quais a cultura torna-se parte da natureza de cada pessoa ao insistir que as funções psicológicas são um produto de atividade cerebral. Conseguiu explicar a transformação dos processos psicológicos elementares em processos complexos dentro da história (FERRARI, 2008).

Em menos de 38 anos de vida, Vygotsky conheceu momentos políticos drasticamente diferentes, que tiveram forte influência em seu trabalho. Nascido sob o regime dos czares russos, Vygotsky acompanhou de perto, como estudante e intelectual, os acontecimentos que levaram à revolução comunista de 1917. O período que se seguiu foi marcado, entre outras coisas, por um clima de efervescência intelectual, com a abertura de espaço para as vanguardas artísticas e o pensamento inovador nas ciências, além de uma

preocupação em promover políticas educacionais eficazes e abrangentes. Logo após a revolução, Vygotsky intensificou seus estudos sobre psicologia. Visitou comunidades rurais, onde pesquisou a relação entre nível de escolaridade e conhecimento e a influência das tradições no desenvolvimento cognitivo. Com a ascensão ao poder de Josef Stalin, em 1924, o ambiente cultural ficou cada vez mais limitado. Vygotsky usou a dialética marxista para sua teoria de aprendizado, mas sua análise da importância da esfera social no desenvolvimento intelectual era criticada por não se basear na luta de classes, como se tornara obrigatório na produção científica soviética. Em 1936, dois anos após sua morte, toda a obra de Vygotsky foi censurada pela ditadura de Stalin e assim permaneceu por 20 anos. (FERRARI, 2008)

A perspectiva histórico-cultural e a formação de conceitos

Debruçando nos postulados de Vygotsky, percebemos a abrangência de sua obra, sendo relevante, não só na área educacional, mas em tudo o que se refere aos processos que envolvem o desenvolvimento humano e, particularmente, ao evidenciar uma preocupação real com a escola, os professores, os alunos e todo o processo que leva ao aprendizado, Vygotsky, se configura uma assertiva, quando se trata de investigar os processos de formação de conceitos.

Para compreendermos o processo que nos leva à formação de conceitos, é imperativo, que partamos do ponto em que Vygotsky (2000), rompe o círculo no qual, até então, estavam restritas as teorias anteriores sobre pensamento e linguagem, as quais negligenciavam a interdependência entre ambos, inclusive, aponta soluções em uma perspectiva mais abrangente ao perceber que o problema dos estudos anteriores residia nos métodos de análises.

Posto isto, o método de análise que Vygotsky (2000) defende é o de análise em unidades, que mantém as propriedades fundamentais do todo, o que é primordial, para se entender que uma palavra não se refere a um objeto, mas a uma classe de objetos, sendo, portanto, em si mesma, uma

generalização significando, simultaneamente, pensamento e linguagem que se constitui a unidade do pensamento verbal.

Uma questão central na teoria de Vygotsky (2000), na aquisição de conhecimento e conseqüente desenvolvimento, envolvem o processo históricossocial, o papel da linguagem e a interação sujeito/ambiente. Em que as relações intra e interpessoais, necessariamente, ocorrem em um processo denominado mediação, sem a qual, a construção do conhecimento, não seria possível.

O processo de mediação é extremamente importante na área educacional e para Vygotsky essa relação dialética entre aprendizagem e desenvolvimento extrapola o âmbito escolar, sendo essencial, em termos dos processos de desenvolvimento histórico, já que grande parte dos conhecimentos, por nós adquiridos, foram mediados pela experiência de outros. (VIGOTSKY, 2000)

Na perspectiva Histórico-Sócio-Cultural, abordada por Vygotsky, as funções psicológicas (pensamento, linguagem, memória, imaginação, atenção, percepção, consciência, discernimento, etc.) estão diretamente associadas à espécie humana, que por sua vez, é produto do meio a que pertence, ou seja, no homem, essas funções se desenvolvem influenciadas pelos instrumentos que adquire do meio sócio/cultural em que vive. (VIGOTSKY, 2000)

No *locus* escola, a interação entre os sujeitos é primordial no processo de ensino-aprendizagem, sendo na dinâmica do ambiente escolar, que um dos princípios básicos da teoria de Vygotsky se evidencia. O conceito da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). A ZDP representa a diferença entre o que a criança já faz sozinha e o que só resolve com ajuda de outrem.

Vygotsky (2000) acredita ser na Zona de desenvolvimento proximal, que as chances de ocorrer o desenvolvimento intelectual da criança, são maiores, desde que, lhe seja disponibilizada a devida estrutura educacional.

Conforme analisa Ivic (2010, p.32),

Aplicada à pedagogia, essa noção permite sair do eterno dilema da educação: é necessário esperar que a criança atinja um nível de desenvolvimento particular para começar a educação escolar, ou é necessário submetê-la a uma

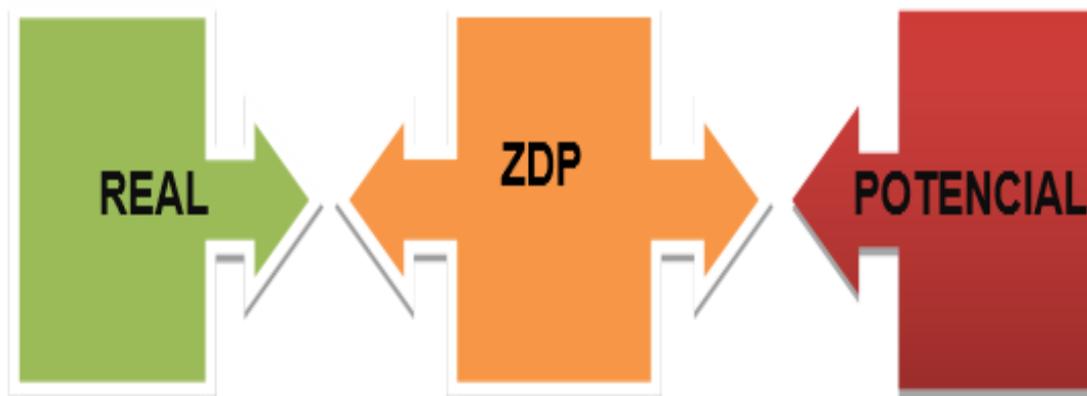
determinada educação para que ela atinja tal nível de desenvolvimento?

Conforme postula Vygotsky (2000), há dois níveis de desenvolvimento, o desenvolvimento real e o desenvolvimento potencial. O desenvolvimento real é aquele que já foi estabelecido. É o que o sujeito já realiza sem ajuda externa e evolui dinamicamente de acordo com o processo de aprendizagem. Já o desenvolvimento potencial é determinado pela capacidade que o sujeito tem de realizar tarefas, porém, desde que intermediado por outros. Significa que apesar de ter a habilidade de realizar tarefas ainda desconhece a maneira de como realizá-las, necessitando para isso, a ajuda de um mediador mais experiente. Dessa forma, o desenvolvimento potencial é tudo o que o sujeito é capaz de aprender, a fazer com a ajuda de alguém para futuramente fazer sozinho. E o interventor, não precisa ser necessariamente um professor, pode ser um colega, desde que este possua um nível maior de conhecimento. A natureza social do aprendizado infere que a criança desenvolve seu intelecto dentro do meio sociocultural ao qual pertence. (VIGOTSKY, 2000)

De acordo com Vygotsky (2000), a característica essencial do aprendizado é a ativação de vários processos que desencadeiam o desenvolvimento interno na interação do sujeito com o meio social em que vive.

Vygotsky (2000) acredita ser possível ao educador, orientar o aprendizado no sentido de adiantar o desenvolvimento potencial de uma criança, tornando-o real se, considerar a ZDP. Para Vygotsky (1996), é na ZDP, que a intervenção pedagógica deve ocorrer, pois é nessa zona, que as aprendizagens resultam em um desenvolvimento maior e mais eficaz. Isto reforça o pressuposto de que a aprendizagem, além de ocorrer de fora para dentro, define os rumos do desenvolvimento, ou seja, a aprendizagem é que promove o desenvolvimento e, como tal, são processos indissociáveis.

Figura 1 – Zona de desenvolvimento proximal



Fonte: Elaborado pelo autor

É nessa zona que Vygotsky (2000), acredita que o papel do professor como mediador, ganha um caráter prospectivo ao se adiantar ao desenvolvimento e assim promover o processo de aprendizagem em um olhar que mire as potencialidades de aprendizado da criança. Ou seja, com o objetivo de ativar funções que já existem e apenas necessitam dos estímulos corretos para entrarem em ação.

A formação de conceitos

O desenvolvimento dos alicerces psicológicos necessários para o ensino das matérias de base desabrocha numa contínua interação com os contributos do ensino. (VYGOTSKY, 2000, p.126)

Na ótica de Vygotsky (2000), o material sensorial e a palavra são materiais indispensáveis na formação do conceito. Para ele,

O estudo separado da palavra coloca o processo num plano puramente verbal que não é característico do pensamento da criança. A relação entre o conceito e a realidade permanece por explicar; o significado de uma determinada palavra é abordado através de outra palavra e esta operação, por muito que nos permita descobrir, nunca nos dará um quadro dos conceitos da criança, mas sim um registo das relações

existentes no seu cérebro entre famílias de palavras previamente formadas. (VYGOTSKY, 2000. p. 66)

Ainda segundo Vygotsky (2000), todas as funções psíquicas superiores são processos mediados, e os signos constituem o meio básico para dominá-las e dirigi-las. Na formação de conceitos, esse signo é a palavra, que em princípio tem o papel de meio na formação de um conceito e, posteriormente, torna-se o seu símbolo.

A formação de conceitos é o resultado de uma atividade complexa, em que todas as funções intelectuais básicas tomam parte. No entanto, o processo não pode ser resumido à associação, a atenção, a formação de imagens, a inferência ou as tendências determinantes. Todas são indispensáveis, porém insuficientes sem o uso do signo ou palavra, como o meio pelo qual conduzimos as nossas operações mentais, controlamos o seu curso e as canalizamos em direção à solução do problema que enfrentamos. (VYGOTSKY, 2000, p.72,73).

Mais uma vez, Vygotsky (2000) ressalta a importância do uso da palavra como chave indispensável na formação de conceitos, inferindo que é a partir da palavra que quaisquer outras associações passam a ter sentido. Esse novo e significativo uso da palavra é a causa psicológica imediata da transformação radical por que passa o processo intelectual no limiar da adolescência.

Com base nisto, Vygotsky (2000, p.73) acredita que:

O pesquisador deve ter como objetivo, compreender as relações intrínsecas entre as tarefas externas e a dinâmica do desenvolvimento e considerar a formação de conceitos como uma função do crescimento social e cultural global do adolescente, que afeta não apenas o conteúdo, mas também o seu modo de raciocinar.

Portanto, a partir daí o sujeito aprende a direcionar seus próprios processos mentais com a ajuda de palavras, sendo parte essencial à formação de conceito. Tais processos foram estudados por Vygotsky (2000), pelo método

da “dupla estimulação”, desenvolvido por um de seus colaboradores, L. S. Sakharov, e consiste no uso conjunto de dois estímulos: Objeto e Signo. Nesse método a trajetória até a formação de conceitos passa por três fases. A primeira consiste em uma agregação desorganizada e sem nexos de objetos, na ótica do adulto, mas que para a criança, naquele momento, para aquele problema pode fazer todo o sentido, contudo, não a impede de substituí-los no instante seguinte por outros que passam a ter melhor relação para resolver o problema. Isto se deve à instabilidade sincrética, característica nesta fase.

Segundo Vygotsky (2000), na fase da “agregação desorganizada” ou “amontoados”, a criança percebe, pensa e age misturando os mais diferentes elementos em uma imagem desarticulada, por força de alguma impressão ocasional. Compreendendo ao que Claparède denomina de “sincretismo”, ou ainda, denominada de “coerência incoerente”, por Blonsk. Esta fase, por sua vez, se subdivide em três estágios. O primeiro é caracterizado pela tentativa e erro, em que no desenvolvimento do pensamento, os amontoados sincréticos, podem dar significado a uma determinada palavra. No segundo estágio a criança usa elementos mais próximos e mais visíveis, caracterizado por uma organização do seu campo visual, puramente sincrética numa relação complexa pela percepção imediata da criança. O terceiro estágio consiste na reordenação dos amontoados organizados nos estágios anteriores, que para os adultos seguem em total incoerência. Ou seja, a sincrética coerência incoerente das crianças permanece, mas agora, em uma ordem agregatória maior. (Vygotsky, 2000, p.74-76).

A segunda fase, considerada por Vygotsky (2000), como uma das mais importantes na trajetória para a formação de conceitos é denominada de pensamento por complexos, é nesta fase que ocorrem processos que possibilitam a passagem para um nível mais elevado, permitindo que a criança comece a se afastar do sincretismo e caminhe em direção ao pensamento objetivo.

Continuando Vygotsky (2000), mesmo que, nesta fase, o pensamento por complexo não reflita as relações objetivas do mesmo modo que o

pensamento conceitual, ele já apresenta coerência e objetividade. É interessante ressaltar que, mesmo na idade adulta, resíduos de pensamento por complexo, são observados.

Segundo Vygotsky (2000, p.77),

Uma vez que um complexo não é formado no plano do pensamento lógico abstrato, as ligações que o criam, assim como as que ele ajuda a criar, carecem de unidade lógica; podem ser de muitos tipos diferentes. Qualquer conexão factualmente presente pode levar à inclusão de um determinado elemento de um complexo.

Se constituindo essa fase a principal diferença entre um conceito, por este agrupar os objetos de acordo com um atributo.

O pensamento por complexo é subdividido em cinco tipos básicos de complexos que se sucedem entre si e, por vezes, se intercalam. O primeiro é o chamado complexo do tipo associativo, no qual, qualquer relação ou atributo serve para ser incluído em um grupo, desde que, chame atenção. Segundo Vygotsky (2000), neste estágio a palavra deixa de ser o “nome próprio” de um objeto isolado, torna-se o nome de família de um grupo de objetos relacionados entre si de muitas formas.

No segundo tipo denominado complexo do tipo “coleções”, é caracterizado pelo agrupamento de objetos que se complementam baseados na diferença. Isso levou Vygotsky (2000), a afirmar que o complexo de coleções é um agrupamento de objetos com base em sua participação na mesma operação prática – em sua cooperação funcional.

Já o terceiro complexo, denominado complexo em cadeia, tem por característica a junção dinâmica e consecutiva de elos isolados numa única corrente com a transmissão de significado de um elo para outro. Sendo próprio neste processo a alteração de critérios, justificando a articulação ora com o elo antecessor, ora com o elo sucessor, demonstrando ausência de hierarquia, em que todos os atributos são funcionalmente iguais e, portanto, de qualidade

vaga e flutuante. Não possui núcleo, só relações entre elementos isolados e mais nada, sendo considerado por Vygotsky (2000), a mais pura forma do pensamento por complexo.

Na sequência, aparece o que Vygotsky (2000), chama de complexo do tipo difuso, caracterizado pela fluidez do próprio atributo, que pode ser vago, irreal e instável, mas une seus elementos em grupos de objetos ou imagens perceptualmente concretos por meio de conexões difusas, indeterminadas ou indefinidas que podem ser ilimitadas.

Finalizando a série de pensamento por complexo, considerado a “ponte” entre os estágios e, também, o mais elevado do desenvolvimento da formação de conceitos, surge o complexo de pseudoconceito, assim considerado, por ainda possuir diferenças psicológicas diferente do conceito, propriamente dito, embora fenotipicamente possuam semelhanças entre si. Isso pode ser melhor entendido no exemplo de Vygotsky (2000, p.83),

[...] quando a amostra é um triângulo amarelo e a criança pega todos os triângulos do material experimental, é possível que se tenha orientado pela ideia ou conceito geral de um triângulo. A análise experimental mostra, porém, que a criança se orienta pela semelhança concreta visível, formando apenas um complexo associativo restrito a um determinado tipo de conexão perceptual. Embora os resultados sejam idênticos, o processo pelo qual são obtidos não é de forma alguma o mesmo que no pensamento conceitual.

Tal ideia evidencia que a generalização feita pela criança é fenotipicamente semelhante ao conceito, mas psicologicamente diferente, e se constitui um elo importante de transição entre o pensamento por complexos e a verdadeira formação de conceitos. Segundo Vygotsky (2000, p. 84 e 85),

A linguagem do meio ambiente, com seus significados estáveis e permanentes, indica o caminho que as generalizações infantis seguirão. [...] O adulto apresenta à criança o significado acabado de uma palavra, no entorno da qual, ela forma um complexo, com todas as peculiaridades estruturais, funcionais e genéticas do pensamento por complexos, mesmo que o

produto do seu pensamento seja de fato, idêntico, em seu conteúdo, a uma generalização que poderia ter-se formado através do pensamento conceitual.

Essa semelhança da linguagem entre o adulto e a criança é responsável pela ilusão ou falsa ideia de que o conceito é fornecido pronto e apenas ativa o que embrionariamente está contido no pensamento infantil. Segundo esclarece Vygotsky (2000), o pseudoconceito serve de elo de ligação entre o pensamento por complexos e o pensamento por conceitos.

Com base em seus experimentos, Vygotsky (2000, p.83), conclui que,

No estágio dos complexos, o significado das palavras, da forma como é percebido pela criança, refere-se aos mesmos objetos que o adulto tem em mente – que garante compreensão entre a criança e o adulto -, e que, no entanto, a criança pensa a mesma coisa de um modo diferente, por meio de operações mentais diferentes.

A terceira fase dos processos da formação de conceitos é marcada pela função genética específica no desenvolvimento mental da criança e permite que ela consiga, de forma primitiva, abstrair ao isolar certos atributos comuns. Embora sem clareza de que características usou para isto, separa em grupos objetos que lhe chamem mais atenção dos outros que menos a atraem, evidenciando que o caráter global da percepção da criança foi rompido, abrindo passagem para o que Vygotsky (2000) denomina de conceitos potenciais, baseados em significados funcionais semelhantes que tem grande significado no pensamento infantil, já que neste ponto, qualquer traço abstraído não se perde facilmente.

Assim, para Vygotsky (2000), somente o domínio da abstração combinado com o pensamento por complexos, em sua fase mais adiantada, permite a criança progredir até a formação dos conceitos verdadeiros. E nesses processos o emprego da palavra é parte integrante dos processos genéticos e a palavra mantém a sua função orientadora na formação dos conceitos genuínos a que o processo conduz.

Conforme abordado anteriormente, Vygotsky (1993, apud SILVA, 2004), considera que a apropriação de conceitos científicos por parte do indivíduo pode levá-lo a se conscientizar dos próprios processos mentais. Segundo esse teórico,

Os conceitos científicos, com suas atitudes totalmente distintas em direção ao objeto, mediados através de outros conceitos com seu sistema hierárquico interno de relações mútuas, constituem a esfera na qual a tomada de consciência dos conceitos, isto é, a sua generalização e domínio, surgem, ao que parece, em primeiro lugar. Uma vez que a nova estrutura da generalização tenha surgido em uma esfera do pensamento, se transfere depois, como qualquer estrutura, como um determinado princípio de atividade, sem necessidade de aprendizagem alguma, a todas restantes esferas do pensamento e dos conceitos. Deste modo, a tomada da consciência vem pela porta dos conceitos científicos. (Vygotsky, 1993, apud SILVA, 2013, p. 51).

Para que um conceito possa ser submetido à consciência e ao controle deliberado, ele necessita fazer parte de um sistema, pois se consciência significa generalização, esta, por sua vez, significa a formação de um conceito superior, o qual implica a existência de uma série de conceitos subordinados. Este conceito superior pressupõe ao mesmo tempo a sistematização hierárquica dos conceitos inferiores a ele subordinados, com os quais se relaciona de novo através de um determinado sistema de relações. Assim, “a generalização do conceito leva a localização do mencionado conceito em um determinado sistema de relações de generalidade, relações que constituem as conexões mais naturais e mais importantes entre estes. Por conseguinte, a generalização significa ao mesmo tempo a tomada de consciência e a sistematização dos conceitos” (VYGOTSKY, 1993 apud SILVA, 2004, p. 51).

Nesse sentido, Vygotsky (1993 apud SILVA, 2004, p.3) argumenta que,

(...) o processo de desenvolvimento dos conhecimentos sistematizados/científicos se produz nas condições reais do processo de ensino, que constitui uma forma de interação sistemática e deliberada do professor com o aluno. Nesta interação desenvolvem-se as funções psicológicas superiores do aluno com a ajuda e participação do professor. Esse

desenvolvimento encontra sua expressão na crescente utilização dos conceitos independente do contexto no qual foram produzidos e, também, no fato de que o pensamento científico do aluno avança até alcançar um determinado nível de desenvolvimento em relação à consciência e ao uso deliberado dos mesmos.

A forma como Vygotsky explica o processo de formação dos conceitos pode contribuir para a elaboração de uma sequência de Ensino e para refletir sobre que estratégias que possibilitariam abordar eletromagnetismo, a partir do conceito de Magnetismo, contextualizando-o no nível cognitivo e a realidade na qual os alunos estão inseridos, no sentido de promover neles o aprendizado e a apropriação desse conceito, de forma, que sejam capazes de transpô-los para o seu contexto social.

Para contribuir com a compreensão dos conceitos que serão abordados na sequência de ensino, no capítulo a seguir apresentamos uma breve discussão sobre os mesmos e, posteriormente a sequência de ensino, objeto de investigação neste trabalho.

Magnetismo – Eletricidade – Eletromagnetismo

Para desenvolver uma breve discussão sobre os conceitos em epígrafe utilizamos neste capítulo¹, basicamente as ideias de Paul G. Hewitt (2002), porque esse autor faz uma abordagem em uma linguagem que pode ser acessível ao ensino-aprendizagem de tais conceitos no nível fundamental.

Para iniciar a discussão apresento que o termo magnetismo provém da região da Magnésia, uma província da Grécia onde certas rochas, chamadas de magnetitas, possuem a propriedade surpreendente de atrair pedaços de ferro. Existe uma força devido ao movimento das partículas carregadas que chamamos de força magnética. A fonte dessa força é o movimento das partículas carregadas, normalmente de elétrons. Tanto as forças elétricas

¹ Uma discussão mais aprofundada sobre os conceitos de magnetismo-eletricidade-eletromagnetismo é encontrada no apêndice desta dissertação.

quanto as magnéticas são realmente manifestações diferentes do mesmo fenômeno: o eletromagnetismo. (HEWITT, 2002)

As forças que os ímãs exercem entre si, atraindo ou repelindo dependendo de quais extremidades dos ímãs se aproxime, sem que sejam tocadas, são parecidas com as forças elétricas, pois elas também podem atrair ou repelir sem que haja contato. Igualmente a intensidade da interação da força entre ambos, também dependem da distância de afastamento entre eles. Nas cargas elétricas a força é central e nos ímãs, as regiões que originam as forças magnéticas são chamadas de polos magnéticos. (HEWITT, 2002)

Se você suspender um ímã em barra por um barbante amarrado no centro da barra, obterá uma bússola. Que se posiciona na direção (Norte/Sul)². A extremidade que aponta para o Norte é chamada de polo norte magnético, enquanto a outra que aponta para o sul é chamada, de polo sul magnético, ou, mais simplesmente, polo norte e polo sul. Não existe ímã só com um polo norte ou com um polo sul, sua característica é a dipolaridade. (HEWITT, 2002)

Os ímãs de refrigerador, muito populares nos últimos tempos, possuem atrás tiras estreitas com polos sul e norte que se alternam ao longo do comprimento. Esses ímãs são suficientemente fortes para segurar folhas de papel contra a porta do refrigerador, mas tem um alcance muito curto devido ao cancelamento promovido entre os polos norte e sul. Em um ímã em barra simples, um único polo norte e um único polo sul situam-se na extremidade da barra. Um ímã comum do tipo ferradura é simplesmente uma barra que foi dobrada até formar a letra “U”. Seus polos estão nas duas extremidades. (HEWITT, 2002)

² Pierre Pélerin de Maricourt (1240-?) também conhecido como Petrus Peregrinus, que escreveu o mais antigo tratado de física experimental em 1269, fez experiências com uma magnetita esférica, colocando pedaços de ímã em várias regiões, traçou as linhas de campo magnético que se interceptavam em dois pontos. Estes pontos foram chamados de polos do ímã, como analogia aos polos (geográficos) da Terra, sendo que o polo sul de um ímã aponta aproximadamente para o polo norte do planeta.

Se aproximarmos o polo Norte de um ímã ao polo Norte de outro ímã, eles se repelem pela Força de Repulsão. Igualmente ocorrerá se fizermos com o polo Sul de dois ímãs. Mas, se aproximarmos dois polos opostos (Polo Norte/Polo Sul), eles se atrairão. Esta força é denominada Força de Atração. Conclui-se que, polos iguais se repelem e polos diferentes se atraem. Obedecendo ao mesmo princípio da ³Lei de Coulomb, em que cargas de mesmo sinal se repelem, enquanto cargas de sinais contrários se atraem. (HEWITT, 2002)

Embora semelhantes, existe uma diferença muito importante entre os polos magnéticos e as cargas elétricas. Como dito anteriormente os polos magnéticos, são dipolares, são inseparáveis, ou seja, não existe ímã que apresente apenas um polo. Enquanto as cargas elétricas podem ser encontradas isoladamente. Os elétrons carregados negativamente e os prótons positivamente são entidades em si mesmas. Um aglomerado de elétrons não precisa estar sempre acompanhado de um aglomerado de prótons, e vice-versa. Mas, segundo as palavras de Hewitt (2002), um polo magnético norte jamais existe sem a presença de um polo sul, e vice-versa. Se um ímã em barra for partido em dois, cada metade ainda se comportará como um ímã completo. Se quebrar esses dois pedaços novamente, obterá quatro ímãs completos. E você pode seguir quebrando esses pedaços pela metade que dificilmente (pelo menos, até o momento, nenhuma experiência conseguiu comprovar), obterá um único polo magnético que esteja isolado. Mesmo quando o pedaço que você obteve for do tamanho de um único átomo, ainda assim, haverá nele dois polos. Isto sugere que os próprios átomos sejam ímãs. (HEWITT, 2002)

O magnetismo está intimamente relacionado à eletricidade. Da mesma forma que uma carga elétrica é rodeada por um campo elétrico, a mesma carga estará rodeada por um campo magnético se estiver em movimento. Isto

³ Lei de Coulomb, formulada por Charles Augustin Coulomb, refere-se às forças de interação (atração e repulsão) entre duas cargas elétricas puntiformes, ou seja, com dimensão e massa desprezível. Em que, pelo o princípio de atração e repulsão, cargas com sinais opostos são atraídas e com sinais iguais são repelidas, mas estas forças de interação têm intensidade igual, independente do sentido para onde o vetor que as descreve aponta.

significa que o campo magnético é uma espécie de subproduto relativístico do campo elétrico. As partículas carregadas em movimento têm associadas consigo tanto um campo elétrico como um magnético. Um campo magnético é produzido pela movimentação de uma carga elétrica. (HEWITT, 2002)

Ao se descobrir que o movimento de cargas elétricas produzia magnetismo, surge uma pergunta: Onde existe tal movimento em um ímã em barra? Chegou-se à conclusão que se encontrava nos elétrons que estão em constante movimentação no interior dos átomos, que constituem qualquer matéria, inclusive, o ímã em barra. (HEWITT, 2002)

Dois tipos de movimento eletrônico contribuem para o magnetismo: a rotação (*spin*) do elétron em torno de si mesmo e sua rotação em torno do núcleo atômico. Na maior parte dos ímãs, é o *spin* eletrônico que gera a principal contribuição para o magnetismo. (HEWITT, 2002)

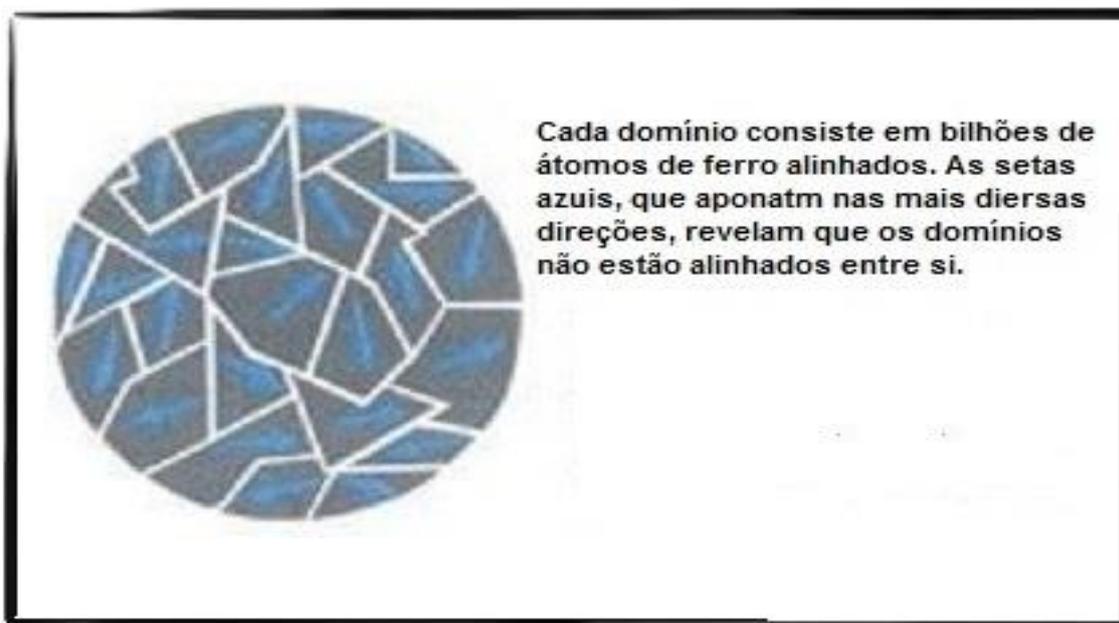
Cada elétron que gira em torno de si mesmo comporta-se como um pequeno ímã. Um par de elétrons que giram em torno de si mesmos no mesmo sentido gera um campo mais intenso. Já em um par, no entanto, onde os elétrons giram em sentidos opostos em torno de si mesmos, um funciona contra o outro. Os campos magnéticos gerados se anulam. É por isso que a grande maioria das substâncias não são ímãs. Para a maioria dos átomos, os diversos campos se anulam porque os giros dos elétrons em torno de si mesmos são em sentidos opostos. Em materiais como o ferro, o níquel e o cobalto, no entanto, esses campos não se anulam inteiramente. Cada átomo de ferro possui quatro elétrons cujo magnetismo gerado por seus spins não se anulam. Cada átomo de ferro, portanto, é um minúsculo ímã. O mesmo é verdadeiro, em menor extensão, para os átomos de níquel e cobalto. A maior parte dos ímãs comuns são, portanto, feitos de ligas que contém ferro, níquel e cobalto em diferentes proporções. (HEWITT, 2002, p.410)

Domínios magnéticos

O campo magnético gerado por um átomo de ferro individual é tão intenso que as interações entre átomos vizinhos podem dar origem a grandes aglomerados desses átomos, alinhados uns com os outros. Esses aglomerados de átomos alinhados são chamados de domínios magnéticos. Cada domínio é

formado por bilhões de átomos alinhados. Os domínios são microscópicos, e existem muitos deles num cristal de ferro (Figura 1). (HEWITT, 2002)

Figura 2 – Uma visão microscópica dos domínios magnéticos em um cristal de ferro.



Fonte: Imagem retirada do: Física Conceitual, de Paul G. Hewitt, 9ª ed., 2002. ARTEMED EDITORA S/S. p.411

Assim como ocorrem alinhamento de átomos dentro de um mesmo domínio, os próprios domínios podem se alinhar uns com os outros.

O desalinhamento dos domínios, explica o fato de nem todo ferro ser um ímã, embora continuem altamente suscetíveis à imantação, isso significa que se for exposto à um campo magnético ele facilmente se imantará, pois, seus domínios serão induzidos ao alinhamento.

Conforme exemplifica Hewitt (2002, p.411):

Os domínios se alinham da forma análoga ao alinhamento das cargas elétricas de um pedaço de papel, na presença de um bastão eletrizado próximo. Quando se afasta o prego do ímã, a agitação térmica ordinária faz com que cada vez mais domínios do prego retornem ao arranjo aleatório original. Se o campo do ímã permanente usado for muito intenso, entretanto, o prego pode manter alguma magnetização permanente depois de ser separado do ímã.

Inclusive, Hewitt (2002), menciona que se aproximarmos um ímã potente de um material que ainda esteja com os domínios desalinhados, será possível escutar os estalidos produzidos pelos domínios sendo alinhados pelo campo desse ímã.

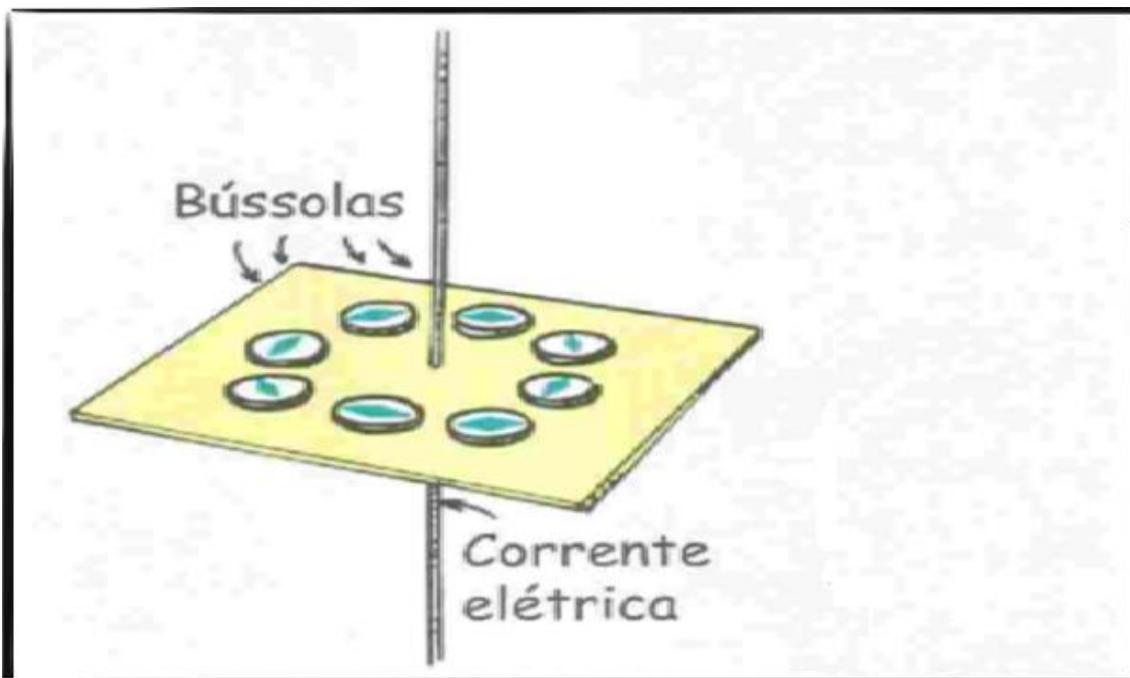
Para se fabricar ímãs permanentes, basta colocar pedaços de ferro, ou determinadas ligas de ferro, em um campo magnético intenso, esfregar ímãs permanentes em pedaços de ferro, pois o movimento de esfregar acaba alinhando os domínios existentes no pedaço de ferro. Mas, caso queira se desmagnetizar um ímã permanente, basta que ele sofra alguns impactos ou caia no chão ou, ainda, aquecê-lo, que alguns desses domínios serão chacoalhados, podendo sair do alinhamento com os demais, e com isso o ímã enfraquece. (HEWITT, 2002, p.411)

Do magnetismo ao eletromagnetismo: Correntes elétricas e campos magnéticos

Uma vez que o movimento de uma carga produz um campo magnético, segue que uma corrente de cargas também produz um campo desse tipo. O campo magnético que circunda um condutor por onde flui uma corrente pode ser visualizado com um arranjo de bússolas ao redor de um fio condutor (Figura 2). Quando uma corrente atravessa o condutor, as bússolas alinham-se com o campo magnético gerado e revelam um padrão de círculos concêntricos ao redor do fio. Quando se troca o sentido da corrente, as agulhas das bússolas giram até se inverterm, o que mostra que o sentido do campo magnético também se inverteu. Esse é o efeito que Oersted demonstrou pela primeira vez em uma sala de aula. (HEWITT, 2002)

Se o fio for encurvado, formando uma espira, as linhas do campo magnético se agruparão formando um feixe na região interior à espira (Figura 3).

Figura 3: As bússolas revelam a forma circular do campo magnético que existe ao redor de um fio conduzindo uma corrente.



Fonte: Imagem retirada do Livro: Física Conceitual de Paul G. Hewitt, 9ª ed. 2002, ARTEMED EDITORA S/A. p.413

Se o fio for curvado formando outra espira, superposta à primeira, a concentração das linhas de campo magnético no interior das espiras é duplicada.

Vemos que, da mesma forma que um fio conduzindo uma corrente desvia a agulha de uma bússola (o que foi descoberto por Oersted em 1920 numa sala de aula), um ímã também desviará um fio conduzindo uma corrente (*Terceira Lei de Newton, também denominada princípio da ação e reação, ela pode ser enunciada da seguinte forma: Se um corpo **A**, aplicar uma força sobre um corpo **B**, receberá deste uma força de mesma intensidade, mesma direção e de sentido contrário*). (HEWITT, 2002, p.413)

A descoberta dessas conexões complementares entre a eletricidade e o magnetismo gerou grande excitação, e quase que imediatamente as pessoas começaram a utilizar a força magnética com fins práticos.

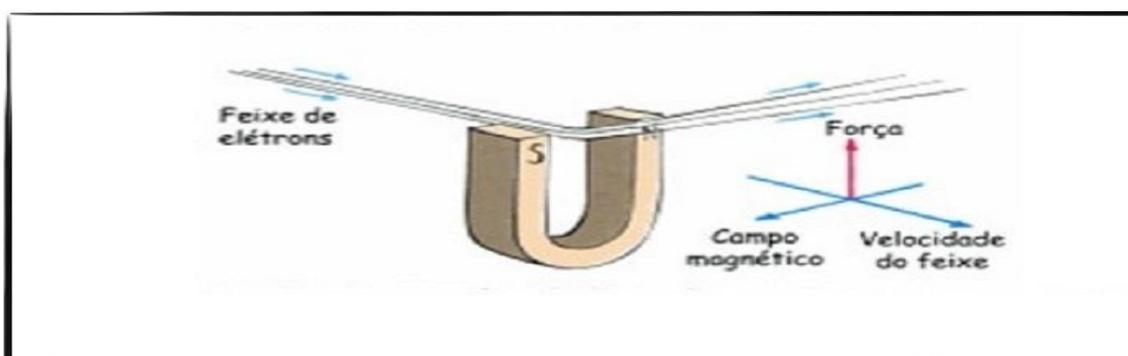
Partindo do dispositivo mais básico de galvanômetro, por exemplo, a bússola capaz de girar livremente, pode revelar a existência de corrente elétrica. Em seguida, usando essa mesma bússola, agora no interior de uma

bobina, a qual aumentava sua sensibilidade, sendo capaz de detectar uma corrente muito pequena. Partindo deste princípio, chega-se enfim, ao motor elétrico, ao conseguir que a deflexão parcial realizasse a rotação completa. (HEWITT, 2002.p.415)

Forças Magnéticas sobre Partículas Carregadas

Uma partícula carregada e em repouso não interage com um campo magnético estático. Mas, se esta partícula se mover em um campo magnético, o caráter magnético de uma carga em movimento se manifesta. Ela experimentará uma força que a desvia. A força atinge o máximo valor quando a partícula está se movendo perpendicularmente às linhas do campo magnético e à velocidade da partícula carregada (Figura 4). (HEWITT, 2002, p.415)

Figura 4: Um feixe de elétrons desviados por um campo magnético.



Fonte: Figura 24.12 do Livro: Física Conceitual de Paul G. Hewitt. 9ª ed. 2002, p.415, ARTMED EDITORA S/A

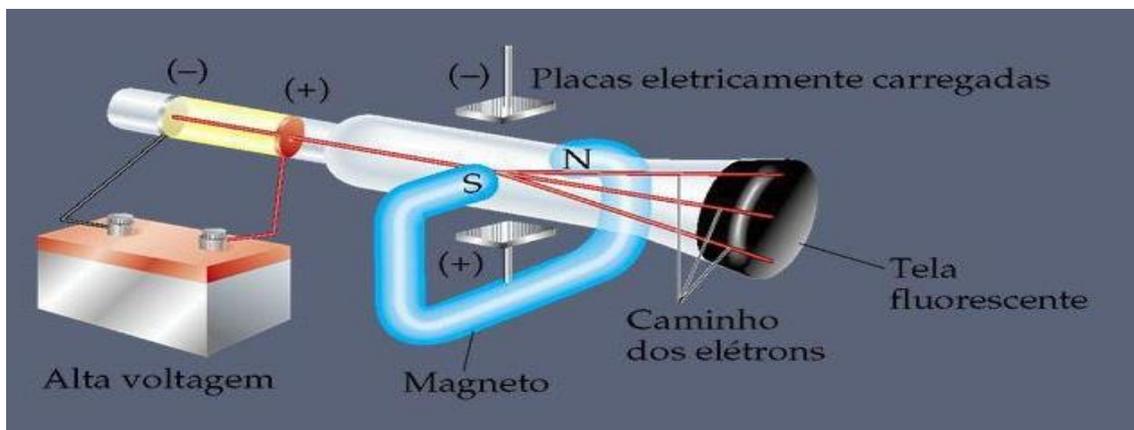
Portanto, uma carga que esteja se movimentando será desviada ao atravessar um campo magnético, a menos que se desloque paralelamente ao campo, quando não ocorre desvio algum. (HEWITT, 2002)

A força que atua sobre um elétron que se movimenta não atua ao longo da linha que passa pela partícula e a fonte do campo, mas, ao invés, atua perpendicularmente tanto ao campo magnético como à trajetória do elétron. (HEWITT, 2002)

Esse fato é usado para guiar elétrons em direção à superfície interna do tubo de imagens de algumas televisões e formar uma imagem sobre ela. (Fig. 5)

O princípio físico usado para a formação de imagens dessas televisões é a atuação da força magnética agindo sobre cargas elétricas. Na parte de trás da TV encontra-se um tubo de raios catódicos onde duas placas metálicas são submetidas a uma alta tensão, uma das placas é carregada negativamente (catodo) e emite um feixe de elétrons (processo semelhante ao funcionamento das lâmpadas incandescentes). Os raios são atraídos pela segunda placa (anodo) e logo após acelerados e viajam pelo tubo até atingirem uma tela plana revestida de fósforo. O feixe passa por um par de bobinas, que geram um campo magnético, e sofrem deflexão horizontal e vertical, devido à força magnética exercida pelo campo. Logo após, os elétrons atingem a tela coberta de material fluorescente, onde são formadas as imagens. (ASTORE, 2016).

Figura 5: Raios catódicos e elétrons: Tubo de raios catódicos (CRT). É um recipiente profundo com um eletrodo em cada extremidade. Uma voltagem alta é aplicada através dos eletrodos.



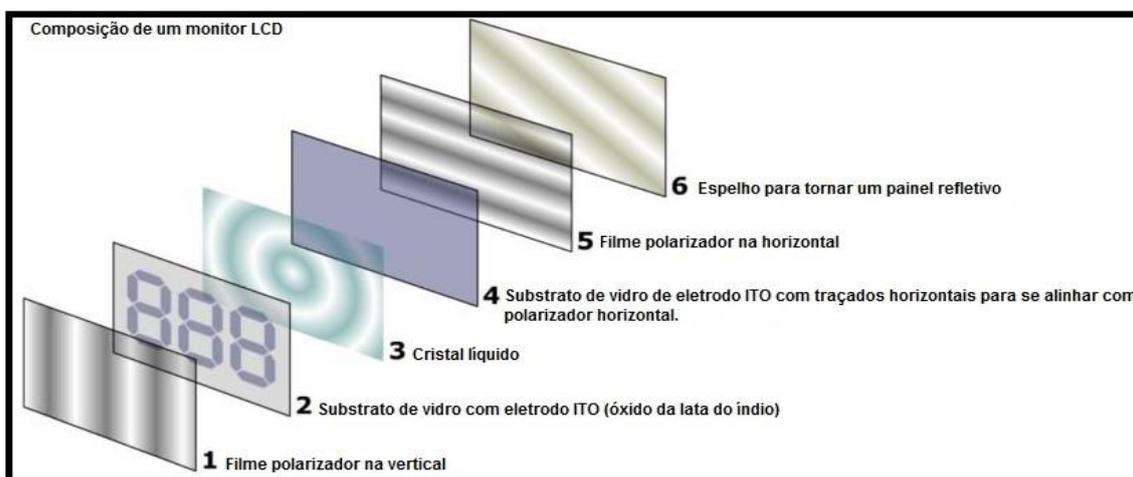
Fonte: Imagem em: <http://slideplayer.com.br/slide/76324/>

As moléculas de cristal líquido são capazes de orientar a luz. Quando uma imagem é exibida em um monitor LCD, elementos elétricos presentes nas lâminas geram campos magnéticos que induzem o cristal líquido a "guiar" a luz oriunda da fonte luminosa para formar o conteúdo visual. Sempre que necessário, uma tensão diferente pode ser aplicada, fazendo com que as

moléculas de cristal líquido se alterem de maneira a impedir a passagem da luz.

Na LCD encontram-se duas chapas de vidro separadas por uma solução de cristal líquido, que é capaz de orientar a luz. Essa orientação é feita por campos eletromagnéticos, gerados por elementos elétricos contidos nas chapas, que induzem as moléculas do cristal e guiam a luz, formando dessa forma a imagem. Por fim, temos a televisão de LED que nada mais é que uma tela LCD juntamente com um painel de diodos emissores de luz, que entram para ajudar na emissão de cores mais intensas e precisas, reforçando a formação da cor na imagem final. Dessa forma pode-se dizer que a TV de LED é uma TV de LCD retro iluminada por LED's. Há no mercado atualmente as chamadas TV OLED, que são feitas pelos chamados LED orgânico, que revolucionou os aparelhos eletrônicos uma vez que nesses aparelhos o painel do material orgânico emite a luz a partir de uma corrente elétrica, dispensando a iluminação na parte de trás. Sem a necessidade da tela de cristal líquido, gastando menos energia e tornando a tela mais fina. (Emerson Alecrim, 2014)

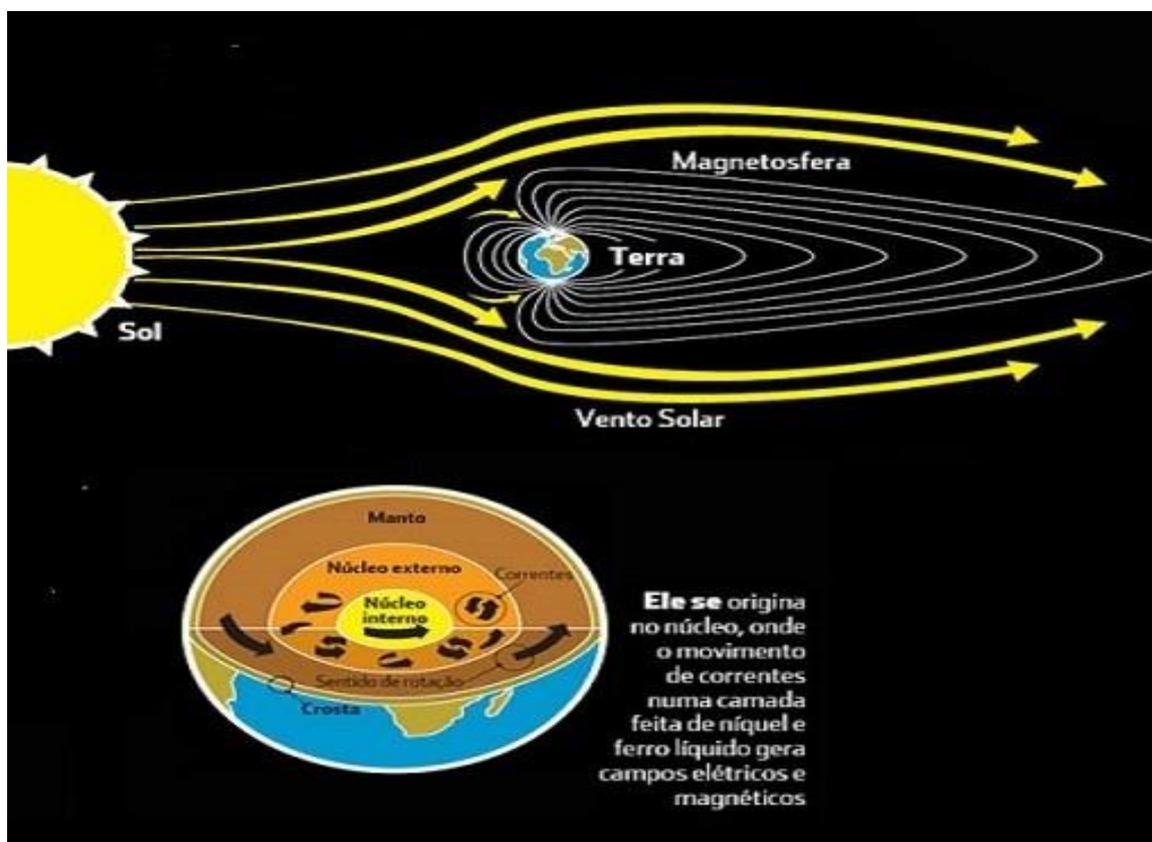
Figura 6: Composição de um monitor LCD



Fonte: Imagem da internet

No caso de nosso planeta, partículas carregadas vindas do espaço exterior são desviadas pelo campo magnético terrestre (Figura 7). (HEWITT, 2002, p.415)

Figura 7: O campo magnético terrestre repele a maior parte da radiação das partículas que vêm continuamente do Sol.



Fonte: Imagem em: <https://telescopio.com.br/magnetosfera-o-escudo-magnetico-da-terra>

De outra maneira, seria maior a intensidade dos raios solares, danosos à saúde, que incidem sobre a superfície da Terra. (HEWITT, 2002, p.415)

Conforme discutido na introdução deste trabalho, consideramos que o desenvolvimento do estudo dos conceitos acima abordados se apoia na necessidade de compreender os mecanismos dos fenômenos magnéticos que nos rodeiam, por ser de grande relevância para o homem em suas atividades. Em tempos mais remotos essa compreensão foi fundamental para o descobrimento de novas terras, rotas comerciais, guerras e muitas outras aplicações. Os séculos XIX e XX testemunharam um avanço impressionante no entendimento desses fenômenos, e, conseqüentemente, suas aplicações se multiplicaram e foram substancialmente aprimoradas, resultando em avanços tecnológicos em todos os setores da sociedade. Até que surjam novos estudos que comprovem o contrário, podemos aceitar que o eletromagnetismo encerra em si todos os fenômenos elétricos, todos os magnéticos, e mais os

fenômenos associados à inter-relação explícita ou implícita entre os dois primeiros, por meio desse conhecimento o mundo se torna a cada dia mais um mundo de comunicações e soluções tecnológicas que transpõe fronteiras e reduz distâncias. O conhecimento desses avanços tecnológicos é necessário em praticamente todas as áreas, como comunicação, transporte, saúde, indústria. Imersos nesse contexto, muitas vezes, não nos damos conta, que o não conhecimento dos conceitos básicos que levaram ao conhecimento do Eletromagnetismo, impossibilita entender e fazer um melhor uso da tecnologia, que faz parte do nosso dia-a-dia, limitando muito a sua significação para nossa vida social, profissional e econômica (GOEKING, 2010; KNOBEL, 2009; HALLIDAY, RESNICK E KRANE, 2009).

Dentro desse contexto, é importante assinalar que a finalidade do desenvolvimento tecnológico precisa ser cautelosamente refletida, e não mais acatada como sinônimo de riqueza e bem-estar social, como é amplamente divulgado pelos meios de divulgação (FERRAZ, 2007). Ademais, vivemos em um mundo automatizado, no qual as sociedades passaram a confiar na ciência e na tecnologia de forma dogmática, capaz de resolver todos os problemas sociais (MORTIMER e SANTOS, 2002). Assim, é necessário refletir seus usos e consequências, levando em conta seus mais diversos interesses, já que atingem todas as esferas sociais, ambientais, políticas, militares e econômicas e, portanto, tem norteado o desenvolvimento da humanidade. Reforçando essa reflexão, FOUREZ (1995) afirma que disponibilizar conhecimentos que permitam ao cidadão agir, tomar decisão e compreender o que está em jogo no discurso dos especialistas, é antes de tudo, uma necessidade para o exercício da cidadania.

Em face dessas ideias, não podemos deixar de considerar que os conceitos apresentados acima, podem soar muito complexo para serem ensinados no nível de ensino fundamental. Mas, apesar disso, entendemos que se forem pedagogicamente elaborados ou, ainda, forem acompanhados por experiências em um ambiente de aprendizagem adequado, poderão promover a apropriação daqueles conceitos e gerar atitudes que orientem as decisões dos alunos em relação à tecnologia.

Posto isto, neste trabalho proponho a seguinte questão de investigação: como uma sequência de ensino, fundamentada no referencial histórico-cultural do desenvolvimento, a partir das ideias de Vygotsky, abordando Magnetismo e os conceitos a ele relacionados, e, também, suas implicações tecnológicas e sociais pode promover em alunos do 9º ano do ensino fundamental, a aprendizagem/apropriação dos princípios básicos de eletromagnetismo?

Nestes termos, este trabalho teve como objetivo desenvolver e investigar uma sequência de ensino que aborda o Magnetismo e suas implicações tecnológicas e sociais, para saber se tal sequência pode promover em alunos do 9º ano do ensino fundamental a aprendizagem/apropriação dos princípios básicos de eletromagnetismo.

A seguir apresentamos a sequência de atividades elaboradas para a investigação proposta neste trabalho.

SEQUÊNCIA DE ENSINO

Proposta de uma Sequência de Ensino para abordagem do conceito de Eletromagnetismo, a partir do Magnetismo, no nível de ensino fundamental.

Esta sequência será desenvolvida em seis encontros, de 12 aulas com 50 minutos cada uma. Todas as aulas iniciam com uma questão que será discutida e refletida sob a mediação do (a) professor (a), além da exibição de um vídeo, em momentos estratégicos, que aborde os conceitos estudados. Os encontros serão distribuídos conforme segue abaixo.

PRIMEIRO ENCONTRO: Levantamento de conceitos cotidianos sobre magnetismo.

Nesse encontro o (a) professor (a) pergunta aos alunos: Alguém já viu um ímã? Essa questão tem por objetivo levantar o conhecimento que os alunos possuem sobre, magnetismo, utilizando como exemplo o próprio ímã. Outras

questões são feitas aos alunos, tais como: Você sabe o que é um ímã? Em sua casa tem ímã? Se sim, onde ele está? Foi preciso colar ele nesse lugar? Você já brincou com 2 ímãs? Se sim, fale o que notou de diferente neles? Se você colocar o ímã na porta da geladeira ele gruda? Por que? Os ímãs grudam em qualquer coisa? Este questionário culmina com uma última questão que será gerada após a experiência dos ímãs flutuantes, dando início à próxima aula. (Duração desta atividade 10 minutos).

Entendendo que o aluno já vem para a escola com conhecimentos anteriores toda a metodologia levará em conta esse conhecimento, para evitar-se um erro recorrente do ensino tradicional apontado nas pesquisas e, ao mesmo tempo, permitir uma mediação mais efetiva do (a) professor (a). Corroborando com tal afirmação SILVA (2012, p.19), apoiando-se em Vygotsky, explicita que,

Ao se desconsiderar que o aluno possui conhecimentos anteriores à escolarização, em tal concepção parece haver uma crença de que os conhecimentos científicos são assimilados pelo aluno de forma direta, pronta e acabada no processo de aprendizagem, do mesmo modo como se assimila qualquer outra habilidade intelectual, o que permite entender que nessa concepção parece haver uma interpretação do processo de ensino-aprendizagem em termos de transmissão recepção.

A experiência a seguir objetiva explicar os conceitos de polos, a orientação Norte e Sul dos ímãs e a propriedade de atração e repulsão. Para esta atividade são necessários os seguintes materiais: 1 bacia com água. Cinco tampinhas plásticas vermelhas marcadas com a letra **N** e um ímã colado no centro de cada uma. Cinco tampinhas plásticas azuis marcadas com a letra **S** e, também, com um ímã colado no centro de cada uma. Link do vídeo exibido nesta aula: Imanes “Inteligentes” / Experimento de magnetismo (<https://youtu.be/3baOE1IShwM>).

O (a) professor (a) pede, então, que os alunos coloquem na bacia com água cinco tampinhas vermelhas e observem a disposição das mesmas. Em seguida pede a eles que tentem juntar as tampinhas. Nessa tentativa, os alunos podem perceber que elas não se unem ao contrário, se afastam uma das outras. Depois disso, o (a) professor (a), pede que os alunos substituam essas tampinhas pelas outras cinco de cor azul. Eles podem observar o mesmo comportamento das tampinhas anteriores.

Por fim, o (a) professor (a) coloca na bacia apenas uma tampinha azul e outra vermelha, que se unem/atraem. Após as observações, ele (a) lança aos alunos a seguinte pergunta: Por que vocês acham que isto aconteceu? Iniciando a explicação dos conceitos de polos e a orientação Norte (N) e Sul (S) e a propriedade de atração e repulsão dos ímãs. (Duração desta atividade 10 minutos).

Logo após aquele primeiro momento, os conceitos de atração e a propriedade diamagnética, paramagnética e ferromagnética dos materiais são abordados pelo (a) professor (a). Para isto, ele (a) mostra aos alunos duas formas de metal e distribui peças de metal, plástico, alumínio, madeira e borracha a cada um deles explicando como será desenvolvida essa atividade.

Pegando uma das assadeiras, o (a) professor (a) pergunta aos alunos: Qual dos materiais que tinham na mão se fixaria na forma?

O (a) professor (a) coloca um ímã na mesa e sobre ele a forma e então pede aos alunos que coloquem os objetos que receberam sobre a mesma. Espera-se com esta atividade suscitar questionamentos que serão esclarecidos com os conceitos relativos à esta experiência.

Após isto, o (a) professor (a) troca de forma e diz: “Vamos repetir a experiência para confirmá-la”. Pedindo que os alunos coloquem o ímã na mesma. Desta vez, o ímã não adere na assadeira.

Depois disso, o (a) professor (a) pergunta: - Sabem por que isso aconteceu? Para essa questão ele (a) permite que os alunos livremente exponham suas hipóteses, o que pode fornecer ao (a) professor (a), indícios de como os alunos organizam suas explicações a partir do problema que surge nesta segunda observação.

Somente após essas livres conjecturas, o (a) professor (a), por meio de uma segunda pergunta, - De que material é feita esta forma? - inicia as explicações dos conceitos de atração e a propriedade diamagnética, paramagnética e ferromagnética dos materiais, que pode permitir aos alunos iniciarem a organização lógica de suas conclusões. Por exemplo, ao concluírem que nem todo material sofre a ação do ímã, o que é relevante em um próximo momento. (Duração desta atividade: 30 minutos). Link do vídeo utilizado nesta aula: Atração ímã e diferentes materiais (<https://youtu.be/usdE-cPvVrc>)

SEGUNDO ENCONTRO: Confronto entre conceitos cotidianos e científicos, iniciando a sistematização dos conceitos relacionados ao magnetismo

Nesse momento o (a) professor (a) pergunta aos alunos: Se os ímãs “grudam”, por que na bacia, da experiência anterior, estavam todos separados? Esta questão tem como objetivo confrontar os conceitos cotidianos dos alunos com o conhecimento científico, para iniciar o processo de desenvolvimento e apropriação do conceito. A partir, das respostas dos alunos o (a) professor (a) inicia o processo de sistematização dos conceitos dos alunos. Nesse processo ele (a) mescla as explicações com uma breve introdução histórica da origem dos ímãs, dipolo magnético, inseparabilidade dos polos, atração e repulsão. Nas explicações procura evidenciar a importância da descoberta do ímã, por meio do qual foi possível a invenção da Bússola que, por sua vez, foi fundamental para as grandes conquistas marítimas. A partir desta aula o (a) professor (a) sempre leva uma bússola para demonstrações e comparações. (Duração desta atividade: 20 minutos)

Para demonstrar a utilidade da Bússola desde sua invenção até os dias atuais, os alunos são orientados a montar uma pequena bússola para que verifiquem que ela, por mais rudimentar que seja, ainda assim, se posiciona nas direções Norte e Sul. O (a) professor (a) explica que tal conhecimento norteou, em um tempo distante, as grandes empreitadas marítimas e a consequente descoberta de novas rotas comerciais, sendo que, até hoje, apesar de todo avanço tecnológico, todos os aviões, navios, submarinos, ainda têm sua bússola convencional em seu painel de comando. (Duração desta atividade: 15 minutos). Link do vídeo exibido nesta aula: Faça uma bússola caseira com uma agulha (<https://youtu.be/1ltwpRKaKq0>)

A atividade seguinte tem como objetivo possibilitar aos alunos a compreensão do conceito dipolo magnético, a inseparabilidade dos polos e reforçar os conceitos de atração e repulsão.

Nesta atividade o (a) professor (a) pede aos alunos que observem a ação de um ímã em uma barra de ferro, a interação entre dois ímãs e, em seguida, quebra um dos ímãs em quatro pedaços demonstrando o dipolo magnético e sua inseparabilidade.

TERCEIRO ENCONTRO: A (inter) relação de conceitos no processo de desenvolvimento e aprendizagem do conceito de Magnetismo.

Introdução ao Magnetismo.

A questão que norteará este momento é a seguinte: De onde vem o Magnetismo? Conceitos que serão abordados: Átomos, Elétrons, Domínios Magnéticos, Ponto Curie e Desmagnetização.

Neste momento, é primordial conceituar elétron, porque o Magnetismo é uma propriedade cuja natureza elétrica origina-se na estrutura eletrônica dos átomos, associada ao movimento dos elétrons. O (a) professor (a) explica que, as propriedades magnéticas da matéria, sob influência de outra força

magnética, conferem comportamentos diamagnéticos, paramagnéticos e ferromagnéticos à matéria, diretamente ligados à orientação dos “spins”. Estes, por sua vez, reúnem-se em grupos formando os Domínios Magnéticos, os quais, quando aumentados, conferem a um material ferromagnético imantação permanente, que pode ser revertida ao se desordenar a direção dos domínios, elevando-se a temperatura até um ponto denominado ponto Curie do material ferromagnético ou batendo vigorosamente sobre esse material. Tais conceitos podem permitir aos alunos entenderem a teoria dos domínios diretamente relacionada ao movimento dos elétrons.

Antes de dar sequência nas atividades, o (a) professor (a) certifica-se que os alunos compreendem os conceitos em questão, pois a partir deles é que podem fazer associações que os levará a formar hipóteses plausíveis para responderem à pergunta inicial, além de dar base para refletirem sobre as atividades seguintes. (Duração desta atividade 10 minutos)

Para dar início à próxima atividade, o (a) professor (a) lança uma pergunta, no intuito de orientar as reflexões: Qualquer metal pode ser imantado?

O (a) professor (a) desenvolve uma atividade com o uso de ímãs. Para tal, os alunos são divididos em quatro grupos.

- Primeiro grupo: esfregar o ímã sobre o metal de qualquer jeito.
- Segundo grupo: esfregar o ímã no metal somente em um sentido.
- Terceiro grupo: esfregar o ímã em um metal específico;
- Quarto grupo: apenas aproximar o ímã do metal sem tocá-lo.

O (a) professor (a) pede, então, que os alunos verifiquem se ocorre imantação dos metais utilizados, que façam uma descrição sobre o que observam, se notam algo diferente ou se esperam outros resultados, que entrecruzem as observações feitas, questionem os resultados e elaborem

hipóteses. Isso pode permitir ao (à) professor (a) verificar, após as hipóteses levantadas pelos alunos, se conseguem relacionar a imantação dos materiais com a ordenação dos elétrons. Ou seja, se eles já têm condições de elaborar conclusões, a partir de suas próprias observações e fazer deduções.

A partir dessas hipóteses o (a) professor (a) aborda o conceito das Propriedades Magnéticas e os processos de imantação. Explica que, necessariamente, para se imantar uma substância magnetizável, devemos ordenar os seus ímãs elementares, ou seja, ordenar os átomos como foi visto no início desta atividade. Explica, também, que as três maneiras de se fazer isto é:

1. Por ATRITO: Que eles acabaram de fazer, ao friccionarem o metal magnetizável com um ímã num único sentido, e assim, ordenando os ímãs elementares e criando um novo ímã.

2. Por INDUÇÃO: Quando colocaram o ímã próximo ao metal, que foi magnetizado por influência do mesmo; um corpo situado nas proximidades.

3. Por C.C. (Corrente Contínua) – Que foi o tema da próxima aula. (Duração desta atividade: 25 minutos)

Por fim, o (a) professor (a) com esta pergunta: - Um ímã pode perder sua propriedade magnética? - aborda a desmagnetização dos materiais e os pontos Curie dos elementos ferromagnéticos. Reforça, assim, o que já fora abordado na Teoria dos Domínios ao explicar a ação da temperatura na desordenação dos elétrons. (Duração desta atividade: 15 minutos). Link do vídeo exibido nesta aula: [Cómo imantar/magnetizar y desimantar/desmagnetizar un destornillador \(https://youtu.be/JRiSIXBV-aw\)](https://youtu.be/JRiSIXBV-aw)

QUARTO ENCONTRO: Articulação conceitual entre eletricidade e magnetismo - Indícios de evolução conceitual.

Neste momento o (a) professor (a) lança a questão: Como ocorre a imantação por eletricidade. A resposta a esta pergunta é delineada e explicada

pelo (a) professor (a) por meio de reprodução análoga à experiência em que Oersted pela primeira vez comprovou a relação entre Magnetismo e Eletricidade. Essa explicação é feita passo a passo pelo (a) professor (a) com a participação ativa dos alunos. Link do vídeo exibido nesta aula: Experimento con Magnetismo (<https://youtu.be/R3ll7kAApzo>)

Materiais utilizados:

- uma pilha de 12A (essa amperagem é importante para se assegurar imantação e garantir sucesso na demonstração);
- uma base com formato de mesa com um furo central (Π ou um pote de sorvete sem as laterais maiores);
- 6 porcas de parafuso pequenas de mesmo tamanho ou 6 peças pequenas e mesmo tamanho de qualquer outro metal ferromagnético;
- 50 cm de fio calibre 10 ou 12 (grosso).

Há diversos experimentos semelhantes a este, mas ele foi escolhido devido ao baixo custo, pouco material necessário, por oferecer menos risco e pelo baixo grau de dificuldade.

Essa experiência consistiu em, colocar sobre a base uma folha de sulfite com um furo central coincidindo com o furo da base, introduzir o fio, que deve estar desencapado nas extremidades, através do furo. Ligar uma das extremidades do fio em um dos conectores da bateria, o outro deve ficar disponível para ser conectado somente a cada demonstração, para se evitar esgotar a bateria. Segue-se o passo-a-passo.

1º. O (a) professor (a) solicita a um dos alunos que encoste rapidamente a outra ponta do fio no outro conector da bateria e pergunta aos alunos o que observam.

2º. A seguir o (a) professor (a) solicita para que outro aluno arranje as porcas sobre a base, ao redor do fio, sem encostar no mesmo. Feito isso, pede que outro aluno encoste novamente a ponta do fio no conector. Em seguida, retira-se o fio, cuidadosamente, sem inclinar a base para poderem pegar e manusear as porcas com cuidado e relatem o que observam.

3. Finalizando a experiência, o (a) professor (a) pede que um dos alunos passe novamente o fio condutor através do furo da base e o conecte à bateria, depois solicita a outro aluno para espalhar limalha de ferro sobre a folha de sulfite. Em seguida, pede a um terceiro aluno que encoste a outra ponta do fio no conector da bateria, com três toques rápidos. Neste momento, a corrente elétrica que percorre o fio cria um campo magnético ao seu redor, fazendo com que a limalha de ferro, que está sobre a folha delinear as formas das linhas de força desse campo.

Com esse experimento pode-se demonstrar além da imantação por corrente elétrica, as linhas de força magnética, campo magnético e a relação entre magnetismo e eletricidade, que Oersted observou, sendo essa descoberta, fundamental para a unificação das duas Ciências, eletricidade e magnetismo, que passaram a constituir o Eletromagnetismo.

No decorrer de cada etapa deste experimento, e antes dos resultados, o (a) professor (a) pergunta aos alunos o que eles acham que pode acontecer. As hipóteses levantadas pelos alunos permite avaliar se há apropriação dos conceitos abordados na aula anterior e postos em prática nesta aula, tais como: linhas de indução magnética, campo magnético, indução magnética por corrente contínua. Indícios da evolução conceitual dos alunos será evidenciada ao associarem o que observam ao conceito aprendido na aula teórica. Essa associação evidenciará a apropriação do conhecimento e sua evolução. (Duração desta atividade: 50 minutos).

QUINTO ENCONTRO: Magnetismo: Compreendendo sua importância para a vida terrestre. **Consolidação de conceitos: apropriação do conhecimento.**

Após observarem as linhas de indução magnética, o (a) professor (a) pergunta aos alunos: vocês podem afirmar de qual lado saem e para qual lado vão? Esta aula prática, sob a orientação do (a) professor (a), é totalmente preparada pelos alunos e tem como objetivo avaliar se eles conseguem relacionar o que observam ao conceito de campo magnético abordado na aula anterior, além de poderem perceber onde o campo magnético é mais forte e as linhas de indução formadas sob ação dos ímãs, agora sem corrente elétrica.

Materiais necessários:

- 2 ímãs médios em barra;
- 2 folhas de sulfite, limalha de Ferro (ou palha de aço moída).

Os ímãs são colocados sobre a mesa, primeiramente, separados por pelo menos dois palmos e sobre eles são colocadas as folhas de sulfite. Os alunos espalham de forma uniforme a limalha sobre as folhas. Depois dessa primeira observação repetem a ação, mas com os ímãs bem próximos.

Antes de cada uma das atividades, o (a) professor (a) pergunta aos alunos: - o que acham que vai acontecer? - Esta pergunta serve para o (a) professor (a) observar se eles compreenderam o conceito de campo magnético, explicado e demonstrado na aula anterior, além de reforçá-lo ao demonstrar nesta experiência as linhas de indução, que se formam sob a ação do ímã, permitindo ao aluno observar o formato das mesmas ao derramar limalha de ferro no sulfite, que estava sobre os ímãs. (Duração desta atividade: 35 minutos)

Partindo das hipóteses levantadas pelos alunos, o (a) professor (a) conceitua linhas de indução magnética, sua orientação, campo magnético e sua intensidade, campo magnético terrestre, o porquê de a Terra ser

considerada um grande ímã natural e Aurora Boreal. O (a) professor (a) explica o que o campo magnético terrestre representa para nosso planeta, tal como o conhecemos. Finaliza exibindo um vídeo que mostra este fenômeno. (Duração desta atividade: 15 minutos) Link do vídeo: Aurora Borealis Full [Hd] Video - Vangelis - Rachel's Song - Northern Lights- Blade Runner theme (<https://youtu.be/aa5Lc6BXIFA>)

SEXTO ENCONTRO: Do magnetismo ao eletromagnetismo: O desenvolvimento das tecnologias, confortos que usufruímos e o consumo consciente.

Nesta aula o professor promove um diálogo com uma abordagem CTS, por ser a formação de cidadãos em ciência e tecnologia, uma necessidade, para formá-los, mais criterioso, mais pensante, blindando-o contra a alienação massificante.

Para isto, o (a) professor (a) utiliza-se de uma estratégia que visa demonstrar a utilização prática no cotidiano de cada um, tomando como exemplo um equipamento presente em, praticamente, todos os lares brasileiros, **a televisão**. Por ser este, considerado um dos equipamentos que mais revolucionou o mundo das telecomunicações e, que juntamente com o rádio, o gerador, e o transformador, só foram possíveis serem criados graças ao salto tecnológico proporcionado pela descoberta do Eletromagnetismo.

Esta aula se divide em 3 momentos:

1. A apresentação da tecnologia que só foi possível, graças ao Eletromagnetismo. A Televisão, como o invento tecnológico principal veiculador de propagandas.

2. Um tema social a ser discutido: A propaganda e sua influência no consumo e a TV como principal veiculadora. Neste momento o (a) professor (a) pergunta a seus alunos se eles já compraram algo influenciados por alguma

propaganda. Explica que a escolha da televisão para abordar esse tema foi pelo alcance global que ela exerce e às propagandas por ela veiculada, influenciando o consumismo no mundo todo.

3. A sociedade e a tecnologia: Neste momento os diálogos ocorrem consonantes aos tópicos abordados anteriormente, agora acrescidos de reflexões críticas sobre a veiculação indiscriminada de propagandas que geram o consumismo. Link do vídeo exibido nesta aula: Publicidad en los Adolescentes (<http://www.youtube.com/watch?v=mNQ6Ds905Cw>)

Isto permite ao (à) professor (a) finalizar sua aula reforçando que além de necessário, interessante e prazeroso, este conhecimento deve estar aliado às reflexões críticas para que os alunos compreendam o seu papel como cidadão crítico e atuante. Em outras palavras, que os alunos, conscientes da influência dos fatores sociais, culturais e históricos determinando suas ações saibam refleti-los. E, no caso específico da pesquisa, se posicionem criticamente no uso sustentável da tecnologia.

A avaliação da aprendizagem dos conceitos desenvolvidos na sequência de ensino será feita durante todo o processo, por meio da observação de como os alunos elaboram hipóteses e conceitos, pelas respostas dos mesmos às questões formuladas pelo (a) professor (a) durante a realização das atividades. Isso permitirá ao professor perceber como e se o aluno está se apropriando dos conceitos e evoluindo conceitualmente. Para avaliação o professor poderá também solicitar aos alunos que respondam um questionário abordando todos os conceitos vistos em sala de aula, afim de que os alunos reflitam sobre o que fora proposto nas aulas e o exponham em suas respostas.

Essa Sequência de Ensino foi objeto da investigação proposta neste trabalho, por meio da qual procuramos buscar respostas à questão de investigação e alcançar o objetivo deste estudo.

Apresentamos no próximo capítulo os procedimentos metodológicos utilizados neste estudo, bem como sujeitos e contexto da investigação.

CAPÍTULO II

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS, SUJEITOS E CONTEXTO DA INVESTIGAÇÃO

A investigação seguiu uma abordagem qualitativa em educação, por meio da qual a pesquisadora é também a professora regente, atuante na mediação do conhecimento apresentado aos alunos no desenvolvimento da sequência de ensino. A sala de aula foi fonte direta dos dados, em que os elementos significativos e a qualidade são privilegiados com a descrição dos fatos e análise dos dados durante a ação. (LUDKE E ANDRE, 1986)

Assim, o desenvolvimento da investigação implicou na participação de uma professora/pesquisadora e dez alunos. Destes, seis eram meninas e quatro eram meninos, do nono ano do Ensino Fundamental, de uma escola pública de periferia, localizada em um município da região central do Estado de Mato Grosso do Sul. Tal município está em uma região, cuja atividade econômica é voltada para a indústria e a agropecuária. Esses alunos tinham idades entre 14 e 17 anos, dentre os quais alguns eram repetentes. Pertencem à classe média e/ou baixa, são filhos de professores, domésticas, profissionais da construção civil, pintores e autônomos. Neste trabalho seus nomes são fictícios, respeitando o sigilo de suas identidades, conforme prevê o comitê de ética.

A opção por desenvolver tal investigação com alunos desse nível de ensino se fez porque os conteúdos de física começam a ser desenvolvidos de forma mais explícita nesse ano de escolaridade, conforme proposta curricular.

A escolha da escola se deu pelo fato de a mesma disponibilizar o espaço para desenvolver a investigação proposta. Nessa escola, o Ensino Fundamental funciona no período matutino e vespertino. No nível de escolaridade da investigação, as aulas de ciências são ministradas em quatro horas/aulas semanais. A sequência de ensino foi desenvolvida em 6 encontros,

com 12 aulas de 50 minutos cada uma, que foi o tempo cedido pela escola e pela professora da disciplina de Ciências. Ressaltamos que o tempo cedido de 12 horas/aula deveu-se ao grande interesse demonstrado tanto pela direção quanto pela professora responsável pela disciplina de ciências no conteúdo de física proposto na investigação, já que este raramente é abordado, segundo relato informal da professora. As aulas desenvolvidas na sequência de ensino foram registradas pela professora em seu diário como sequência do conteúdo de Eletricidade e Magnetismo, articulando-se perfeitamente com a pesquisa.

Para que, nas condições reais da escola, pudéssemos atingir os objetivos propostos nessa investigação, optamos por uma abordagem da Análise Microgenética, que privilegia a análise de processos e não de produtos. Essa análise busca indícios de processos de desenvolvimento nos sujeitos, em episódios que possam ser seguidos durante um curto intervalo de tempo e também engloba fatores sociais, além do psicológico (SILVA, 2013). Privilegia, também, uma maneira de construção de dados que requer a atenção a detalhes, minúcias e o recorte de episódios interativos entre os sujeitos participantes da investigação.

Nesses termos, a Análise Microgenética implica a investigação de sujeitos em interação, numa perspectiva dialógica. Para tanto, os registros das interações necessitam ser gravadas em áudio ou em vídeo, para registrar não apenas as interações verbais, mas, também, toda a linguagem não verbal que envolve as complexas interações entre sujeitos e também as formas de interação com o objeto de conhecimento.

Posto isto, para investigar se a sequência de ensino possibilitou aprendizagem e a conseqüente evolução conceitual dos estudantes, todas as aulas foram gravadas, a partir de um gravador digital, sendo que em algumas aulas também usamos uma câmera filmadora, que possibilitou, além de analisar os discursos estabelecidos entre os sujeitos durante o desenvolvimento das atividades e a sistematização do conteúdo, também permitiu captar, não apenas as interações verbais, mas, também, toda a linguagem não verbal que envolve as complexas interações entre sujeitos e

também as formas de interação com o conteúdo, fornecendo assim, indícios e pistas do processo como um todo. As gravações em vídeo possibilitaram, ainda, perceber se haveria a necessidade de se reelaborar a abordagem dos conceitos, além de observar as peculiaridades de cada um, permitindo uma intervenção pedagógica mais efetiva da professora/pesquisadora.

Assim, por meio das análises das falas e interações estabelecidas no desenvolvimento das atividades da sequência de ensino, procuramos focalizar se os alunos se apropriaram dos conceitos abordados e em que fase se observa a evolução conceitual dos mesmos.

Para a análise dos dados referentes ao desenvolvimento da sequência de ensino, os aspectos teórico-metodológicos na perspectiva vigotskyana foram fundamentais. Durante o desenvolvimento das atividades presentes na referida sequência, as intervenções ocorreram de forma interativa entre a professora/pesquisadora e os alunos. A mediação dos conhecimentos científicos ocorreu dentro de uma dinâmica em que os sujeitos alvos da pesquisa, interagem ora com a professora/pesquisadora, ora entre eles, ora com o objeto de estudo (experimentos), o que vai ao encontro do pressuposto vygotskyano, que entende mediação como o próprio ato de se relacionar. Já as atividades, por serem desenvolvidas em grupo, permitiram as interações entre os sujeitos em uma relação constitutiva de um processo de significação que, necessariamente, se faz através dos signos e instrumentos, que consideramos ser essencial para que os alunos elaborem, organizem e expressem os conceitos dentro de uma lógica estruturada.

A partir das transcrições e releituras das transcrições das observações, dos áudios e das filmagens, foram eleitos episódios que apresentam indícios, pistas, signos de aspectos relevantes do processo de desenvolvimento de conceitos sobre magnetismo pelos alunos, considerando que não estamos unicamente interessadas no que aconteceu, mas como aconteceu no processo de desenvolvimento conceitual dos alunos sobre os conceitos abordados.

Os episódios selecionados para análise foram organizados da seguinte maneira:

- Episódio 1: Conhecimentos cotidianos: da palavra à significação mediada.
- Episódio 2: No confronto, a dinâmica e o desenvolvimento no processo de formação de conceitos.
- Episódio 3: Implicações nos processos de aprendizagem: Avanços e retrocessos na formação de conceitos.
- Episódio 4: Do conceito à experimentação. Experimento de Oersted
- Episódio 5: Apropriação de conceitos: O grande salto no desenvolvimento que amplia a perspectiva conceitual.
- Episódio 6: Do Magnetismo ao Eletromagnetismo. Da abstração à Generalização.

A seguir, apresentamos os resultados e análises dos dados da investigação realizada neste trabalho.

CAPÍTULO III

RESULTADOS E ANÁLISES DA INVESTIGAÇÃO

Nos episódios que são apresentados e analisados neste capítulo, procuramos focalizar, pistas e indícios de como a sequência de ensino que aborda o Magnetismo e suas implicações tecnológicas e sociais, pode promover em alunos do 9º ano do ensino fundamental, a aprendizagem/apropriação dos princípios básicos que relacionam o tripé magnetismo/eletricidade/eletromagnetismo.

Para facilitar a análise dos episódios, numeramos os turnos e falas da professora/pesquisadora e dos estudantes participantes.

EPISÓDIOS

Episódio 1: Conhecimentos cotidianos: da palavra à significação mediada.

Este episódio foi retirado da primeira aula, cujo objetivo foi o de levantar o conhecimento cotidiano, individual sobre Magnetismo, para isto, a professora/pesquisadora iniciou com uma pergunta que foi seguida de repostas dos alunos.

(1) Professora: Alguém já viu um ímã?

(2) Alunos: Sim. Na geladeira.

(3) Professora: Muito bem! Então, vou apresentar a vocês outros tipos de ímãs.

A Professora apresenta aos alunos, diferentes ímãs que trouxe para aula, (figura 8) e deixa que cada um pegue e manuseie os ímãs, enquanto explica de que são feitos cada um deles.

Figura 8: Tipos de ímãs usados nos experimentos



Fonte: Criação própria.

Após essa apresentação, a professora retomou a sondagem sobre o conhecimento que os alunos já possuíam sobre ímãs, como podemos observar nos diálogos a seguir:

- (4) Professora: Vocês sabem o que é um ímã?
- (5) Katya: Ué, é isso que a senhora mostrou pra gente!
- (6) Lara: Dã...
- (7) Igor: Acho que é um metal.
- (8) Olga: É, metal. A senhora acabou de mostrar pra gente. É metal.
- (9) Yuri: Eu também acho que é metal.
- (10) Professora: Vocês me disseram que tem ímã na geladeira da casa de vocês, quero saber se foi preciso colarem ele na geladeira?
- (11) Igor: Não.
- (12) Dmitry: Ele colou sozinho.
- (13) Olga: Também
- (14) Yvan: Sei não, minha mãe que enche a porta da geladeira com isso.
- (15) Nadya: Ah, é só aproximar que ele cola.
- (16) Lara: É assim mesmo!
- (17) Professora: Vocês só conhecem ímã de geladeira? Nunca brincaram com ímãs?
- (18) Yuri: Eu sim, tem lado que gruda e o outro não.
- (19) Dmitry: É assim, mesmo.
- (20) Professora: Por que o ímã gruda na porta da geladeira?
- (21) Nadya: Hummmm!
- (22) Olga: Porque a geladeira é de metal.
- (23) Lara: Isso, isso, isso!

(24) Tânia: *É... porque é metal.*

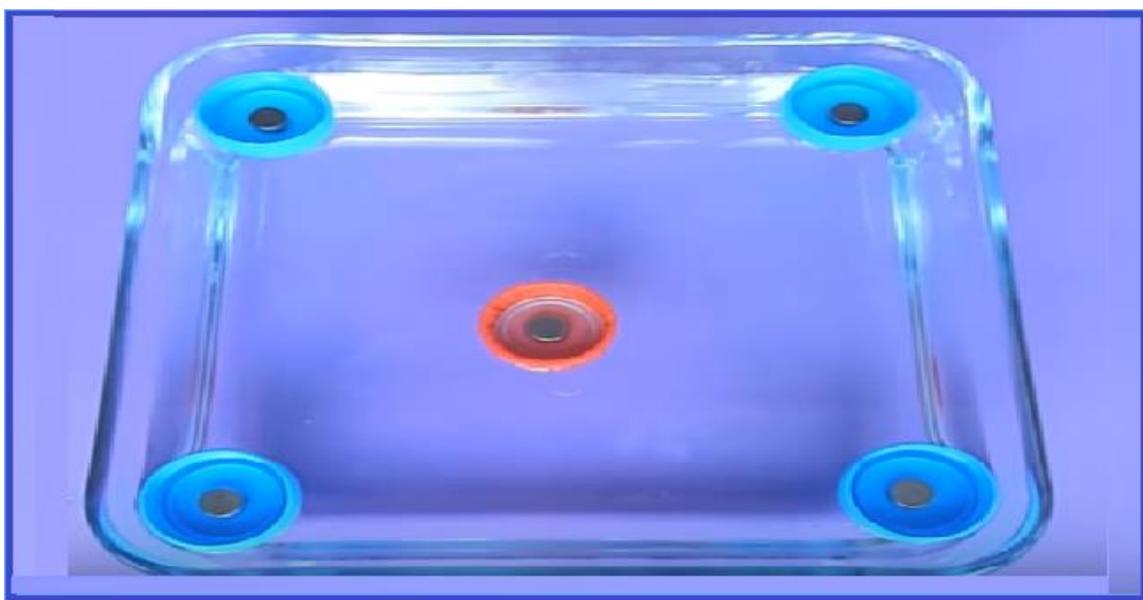
(25) Yuri: *Também acho que é porque é metal.*

(26) Yrina: *Porque é de metal.*

Como podemos notar, nos turnos 4,5,6,7 e 8, os alunos responderam à pergunta referindo-se ao fato isolado (objeto concreto) em vez de fazerem a conexão abstrata (existência de um campo magnético) que o torna ímã. A professora/pesquisadora mesmo percebendo as elaborações dos alunos sobre ímã, não os corrige e nem dá a resposta pronta, mas prossegue, considerando, conforme Vygotsky (2000), que as chaves para a solução devam ser introduzidas passo a passo, para desse modo, estudar o processo total da formação de conceitos em todas as suas formas dinâmicas.

Na sequência, para conceituar polos, a orientação Norte e Sul dos ímãs e a propriedade de atração e repulsão, a professora/pesquisadora exhibe um vídeo que mostra a ação entre ímãs, colados no centro de uma tampinha de plástico, que os mantinham flutuando em uma bacia com água. Em seguida, sob sua orientação, os alunos reproduzem em sala a mesma experiência inteiramente montada por eles. A professora/pesquisadora denomina o experimento de Ímãs Flutuantes. (Fig. 9).

Figura 9: Recipiente com água e tampinhas de plástico com ímã no centro.



Fonte: Imagem da internet)

Tal experiência consiste em colocar tampinhas plásticas contendo um ímã com a letra **N** desenhada, sobre a água em uma bacia. A professora/pesquisadora pede aos alunos que relatem o que observam. Todos dizem que estão vendo as tampinhas boiando. A professora, então, solicita que eles juntem as tampinhas que estão separadas na bacia. Eles tentam juntar, mas a cada tentativa elas se separam. A partir disso, os alunos querem saber o porquê de aquilo estar acontecendo.

Para responder ao questionamento dos alunos, a professora/pesquisadora, relembra a eles quando perguntado se foi preciso colar o ímã no lugar que estava, e responderam que não, pois eles eram puxados e ficavam grudados. Esse “ficar grudado” é uma das propriedades das interações geradas por ímãs que chamamos de Magnetismo ou Força Magnética. Pode ser de força de atração, como é o caso dos ímãs que estão na geladeira ou força de repulsão, como o que estavam observando agora ao tentar aproximar o polo Norte de um ímã com o polo Norte do outro ímã. Essa distância mantida entre eles era causada pela interação dos campos magnéticos que, necessariamente, todo ímã cria ao redor de si. É esta conexão que os alunos precisam compreender para responder à questão proposta: O que é um ímã?

O **N**, desenhado no ímã, é para identificar o polo do ímã que está interagindo e originando a força que os mantém separados. Polos dos ímãs são extremidades de onde se originam e se concentra o campo magnético resultante da interação entre dois polos Norte ou dois polos Sul dos ímãs. Os ímãs sempre apresentam dois polos. O polo Norte e o polo Sul. Não existe ímã só com polo Norte ou só com polo Sul. A professora pesquisadora relembra também da resposta que deram sobre brincar com dois ímãs e disseram que um lado grudava e outro não. Na verdade, o lado que “grudava”, é porque se atraíam pela força de atração e o lado que não “grudava” era devido à força de repulsão. Assim, ela explica que sempre que tentarmos juntar o polo Norte de um ímã, com o polo Norte de outro ímã, eles irão se repelir. E assim, também acontecerá se fizermos com o polo Sul dos ímãs. Ela, então, pergunta aos alunos: *Entenderam?* E segue explicando: *Portanto, Repulsão e Atração, são umas das propriedades dos ímãs.*

No diálogo abaixo, observamos que a professora/pesquisadora, retornando ao experimento, estimula os alunos a explicarem o que estão observando.

(27) Professora: Depois do que expliquei para vocês, já sabem dizer porque as tampinhas estão se repelindo?

(28) Yrina: Porque tem tudo a mesma letra.

(29) Olga: Porque é igual.

(30) Tânia: Porque tem uma força que tá separando eles.

(31) Dimitry: Porque elas estão brigadas. (risos)

(32) Yvan: Deve ser porque os lados do ímã é tudo igual.

(33) Professora: O que essa letra **N** significa?

(34) Lara: O Norte

(35) Professora: Certo Lara. Esta é uma das extremidades do ímã, mas podemos melhorar essa explicação. Então vamos lembrar o que falei sobre as extremidades (lados) dos ímãs e que eles, os ímãs, não existem somente com um polo.

(36) Lara: Ah! Sim professora, é polo Norte.

(37) Professora: Ótimo! Lara. Repetindo... Não existe ímã só com polo Norte ou só com polo Sul, sempre serão dois polos. Agora que sabemos como se chama, quero que expliquem o porquê de se manterem separados. Você, Tânia, falou de força. Como chama a força que mantém eles afastados?

(38) Dimitry: Então, se não existe ímã só com um polo, o polo Sul desses daí é a parte de baixo, né!

(39) Professora: Isso mesmo! Muito bem observado, Dimitry. E agora Tânia, gostaria de ouvir sua explicação.

(40) Tânia: Não sei falar direito não professora, só sei que é uma força que afasta, como está acontecendo aqui. [Diz isso tentando juntar as tampinhas].

(41). Professora: Alguém lembra o nome dessa força? [Silêncio]... essa força é chamada Força Magnética, que quando repele, como está acontecendo com as tampinhas na bacia, chamamos, força de Repulsão, como expliquei, polos iguais se repelem. Aqui, todos que “aparecem”, são polos Norte e os que não “aparecem” são polos Sul, portanto, sendo iguais, se repelem. Os ímãs possuem duas extremidades chamadas de polos. O polo Norte e o polo Sul. Polos iguais se repelem, pela força de repulsão, polos diferentes se atraem, pela força de atração. Lembrando que todos os ímãs criam ao seu redor um

campo magnético. Agora quero que retirem as tampinhas, deixando apenas uma na bacia, e, por favor, um de vocês, coloque esta tampinha na bacia, com a letra **S**, que significa... “O que mesmo, turma?” “polo Sul”. Isso! Polo Sul, mas antes me respondam: O que acham que irá acontecer?

(42) Todos: Vai juntar.

(43) Professora: Certo! Gente. Podem colocar. Observaram? Elas realmente se atraíram, como vocês disseram, agora quero que me expliquem por que?

(44) Todos: Burburinho...

(45) Professora: Bem, já que ninguém quer falar vou pedir para você, Tânia que já falou sobre a força que afastava as tampinhas. Pode explicar com suas palavras, não se preocupe com os termos, só quero ver como você entendeu.

(46) Tânia: Ah, professora, a senhora disse que as forças diferentes se atraem, então é isso que está acontecendo. O polo Norte desta tampinha está atraindo o polo Sul da outra tampinha.

(47) Professora: Mais precisamente, podemos dizer que a interação entre os ímãs que gera essa atração. Mas, só ressaltando que não é o polo Norte da tampinha, ela é só um suporte para o ímã não afundar, mas é a interação entre polo Norte do ímã, colado em uma das tampinhas, com o polo Sul do outro ímã colado na outra tampinha que está gerando essa força que chamamos de? (Silêncio). Vamos lá gente! Se chamamos aquela que se repeliu de Força de Repulsão esta que está atraindo chamamos de.....?

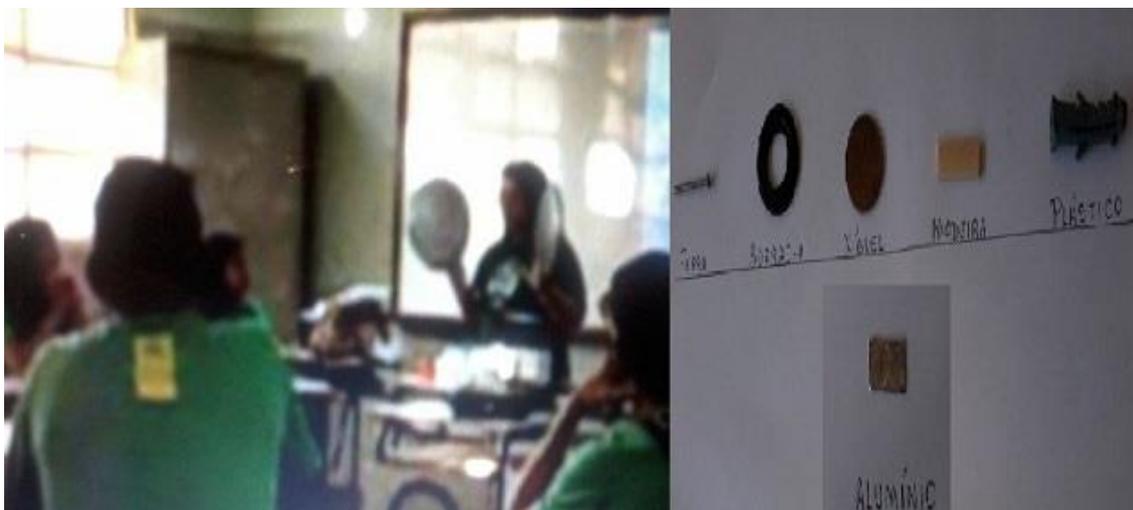
(48) Tânia: Eu sei que que não era a tampinha, foi só o meu jeito de falar. E esta aqui, se tá atraindo... é força de atração, né!

(49) Professora: Tudo bem, agora da próxima vez, tenho certeza, você já usará o termo certo, não é mesmo! E, muito bem! É isso mesmo! Essa força que está atuando entre o polo Norte e o polo Sul desses dois ímãs é a Força de Atração magnética que por serem diferentes estão se atraindo, confirmando o que falamos anteriormente. Polos diferentes se atraem e polos iguais se repelem. Embora não tenhamos visualizado, ímãs criam ao redor de si campos magnéticos e possuem duas extremidades chamadas de polos magnéticos, o polo Norte e o polo Sul. Nos ímãs nunca aparecerá apenas um polo. Polos iguais se repelem e polos diferentes se atraem. Essa força de atração ou repulsão é chamada de Força Magnética, certo! Agora, que vocês já aprenderam sobre as forças de atração e repulsão, vamos assistir a mais um vídeo que demonstra o experimento que faremos a seguir.

O experimento que o vídeo (<https://youtu.be/usdE-cPvVrc>) mostra, consiste em colocar diferentes materiais em uma mesa e aproximar o ímã de cada um deles para ver quais seriam atraídos por ele.

No caso do experimento em sala, a professora/pesquisadora faz adaptações usando duas formas de pizza, visualmente semelhantes, uma de Alumínio e outra de Aço ferrítico. A princípio esta informação é omitida dos alunos, e a referência a elas, é apenas como duas formas de metal. Os outros materiais são: borracha, palito de picolé, moeda de 10 centavos de níquel (Ni), uma barrinha de alumínio e um prego de ferro.

Foto 1 – Apresentando material do experimento.



Fonte: Do pesquisador.

Destacamos que a escolha dos materiais levou em conta a familiaridade dos alunos com os objetos, o baixo custo dos materiais, além de atender adequadamente, ao objetivo, que foi conceituar e diferenciar os materiais ferromagnéticos, paramagnéticos e diamagnéticos além de ver o resultado da interação entre o campo magnético de um ímã com diferentes materiais.

A professora/pesquisadora, posiciona o ímã de neodímio no centro da mesa, e vai aproximando a forma lentamente. Em dado momento, a força de atração gerada faz com que o ímã “salte” da mesa para a forma, fazendo um grande barulho, que assustou a todos. A professora, então, explica que aquela era a distância do alcance da ação exercida pelo campo magnético do ímã, o qual seria melhor explicado em uma próxima aula. Explica, ainda, que não foi a

forma que atraiu o ímã, mas foi a força gerada pelo campo magnético do ímã que resultou na atração, e, como a forma estava segura nas mãos, foi o ímã que se deslocou, dando a impressão que a forma que o atraiu. Posto isto, a professora/pesquisadora devolve a forma à mesa, distribui as peças que deveriam ser soltas dentro da forma. E dá-se prosseguimento à aula, conforme o diálogo a seguir:

(50) Professora: Os ímãs grudam em qualquer material? Ou, melhor, agora que vocês já sabem sobre o campo magnético, que todo ímã cria ao redor de si capaz de atrair, pela força de atração ou repelir pela força de repulsão pergunto: Os ímãs atraem qualquer material?

(51) Tânia: Acho que não.

(52) Lara: Acho que tem que ser de metal.

(53) Yuri: É mesmo, por isso que quase grudou na boca da Nadya. (risos)

(54) Nadya: Mas, no meu aparelho tem borracha também!

(55) Dimitry: Eu também acho que tem de ser de metal.

(56) Katya: Tem que ser metal, porque a borracha não vai ser, porque, minha mãe sempre me diz pra usar chinelo de borracha no chuveiro pra não tomar choque, porque ele isola.

(57) Professora: Katya, essa sua colocação me deu uma ótima ideia. Como estou de chinelo, vamos comprovar agora se ele vai impedir a ação do ímã na forma. Por favor Yuri, retire o ímã da forma.... Não! Espere! Lembrei que esse ímã só eu irei tocar. Estão vendo como é potente, não consigo retirá-lo puxando, tenho que arrastá-lo, fazendo muita força, estão vendo? Pronto. Ímã, chinelo e forma. Viram? Atraiu do mesmo jeito. Isto porque, não se interrompe o magnetismo, no máximo consegue-se desviar com blindagens magnéticas, que são usadas para proteger os dispositivos eletrônicos, como por exemplo, a Televisão, que são feitas de materiais que desviam esse campo e não o anulam. Portanto, não é o caso do chinelo de borracha usado aqui. O que faz um material ser suscetível ao magnetismo é o comportamento magnético da matéria que o compõe e, conferem a este, característica ferromagnética, paramagnética ou diamagnética, como expliquei anteriormente. Gente, depois de tudo que falamos creio que vocês já podem responder à pergunta inicial: O que é um ímã?

(58) Tânia: *A senhora repetiu, várias vezes, que o ímã cria em torno dele um campo magnético, com força de atração e repulsão, então, só quem fizer assim, é que é ímã.*

(59) Dimitry: *É, a senhora toda hora falava que um ímã cria em volta dele um campo magnético, por isso, quem cria um campo magnético é que pode ser chamado de ímã.*

(60) Professora: *Muito bem! Isso mesmo! Ou seja, ímã é todo material que cria em torno de si, um campo magnético.*

Para encerrar, a professora/pesquisadora, faz um breve resumo dos conceitos abordados nesta atividade.

Como podemos observar nas falas acima, a professora/pesquisadora, a todo momento, retoma conceitos e ressalta os termos científicos. Mas, apesar disso, as dificuldades na elaboração dos mesmos por parte dos alunos permanecem. Essa dificuldade reforça ainda mais o que acreditamos e defendemos, a necessidade de se abordar esses conceitos, a partir dos anos finais do ensino fundamental, com o intuito de dirimir as dificuldades que estamos observando. Vygotsky (2000), também chama a atenção para os estímulos necessários sem os quais os adolescentes não atingem seu pleno desenvolvimento intelectual. Segundo esse teórico:

Se o meio ambiente não apresenta problemas que exijam a formação de conceitos, não lhe faz novas exigências e **não estimula o seu intelecto**, proporcionando-lhes uma série de novos objetos, o seu raciocínio não conseguirá atingir os estágios mais elevados, ou só **os alcançará com grande atraso**. (Vygotsky, p.73, grifo nosso)

Embora o percurso, até a resposta final, tenha aparentemente, se dispersado, a intenção da professora/pesquisadora se manteve até o final, inter-relacionando conceitos, mediando termos científicos com os cotidianos, em uma negociação recíproca e dialogada, no intuito de possibilitar aos alunos a familiarização com os novos termos, os quais passaram de palavras para significados, e, assim, para a elaboração conceitual, a partir da compreensão do próprio termo científico. Esse processo de acostumamento, na maioria das

vezes, não é levado em consideração no processo de ensino. O que, em nosso entendimento, contribui para a dificuldade da compreensão do todo. É o que podemos observar nos turnos correspondentes às falas da professora/pesquisadora, nos quais, incansavelmente, ressalta os (termos científicos,) no intuito de que os alunos se acostumassem a eles. O que acabou acontecendo, como podemos constatar nos turnos 58 e 59 deste diálogo.

Essa constatação ganha aporte, nos seguintes dizeres de Vygotsky (2000, p.72),

A introdução gradual dos meios para a solução permite-nos estudar o processo total da formação de conceitos em todas as suas fases dinâmicas. A formação dos conceitos é seguida por sua **transferência** para outros objetos: o sujeito é induzido a utilizar os novos termos ao falar sobre outros objetos que não os blocos experimentais, e a definir o seu significado de uma forma generalizada. [grifo nosso]

A mediação dessa transferência, feita pela professora/pesquisadora, pode ser observada nos turnos 44 a 47, em que Tânia, nessa frase: *Ah, professora, a senhora disse que as forças diferentes se atraem, então é isso que está acontecendo. O polo Norte desta tampinha está atraindo o polo Sul da outra tampinha*, se prende ao objeto observável (tampinha), e o reflete em sua fala, pois embora use corretamente os termos polo Norte e polo Sul, não abstrai o objeto de estudo (ímã) do objeto observável (tampinha), embora ela mesmo confirme, se referia ao objeto de estudo (ímã), o que demonstra estar tentando direcionar os próprios processos mentais com a ajuda de palavras ou signos, recém conhecidos, o que segundo Vygotsky (2000, p.74), é uma parte integrante do processo da formação de conceitos. É sobre esse processo que tratamos no episódio a seguir.

Episódio 2: No confronto, a dinâmica e o desenvolvimento no processo de formação de conceitos.

Neste episódio o objetivo é confrontar os conceitos cotidianos dos alunos com o conhecimento científico, para iniciar o processo de desenvolvimento e apropriação de conceitos do Magnetismo, abordando as propriedades magnéticas dos ímãs. Dipolo magnético, inseparabilidade dos polos, atração e repulsão, além de diferenciar, polo magnético de polo geográfico.

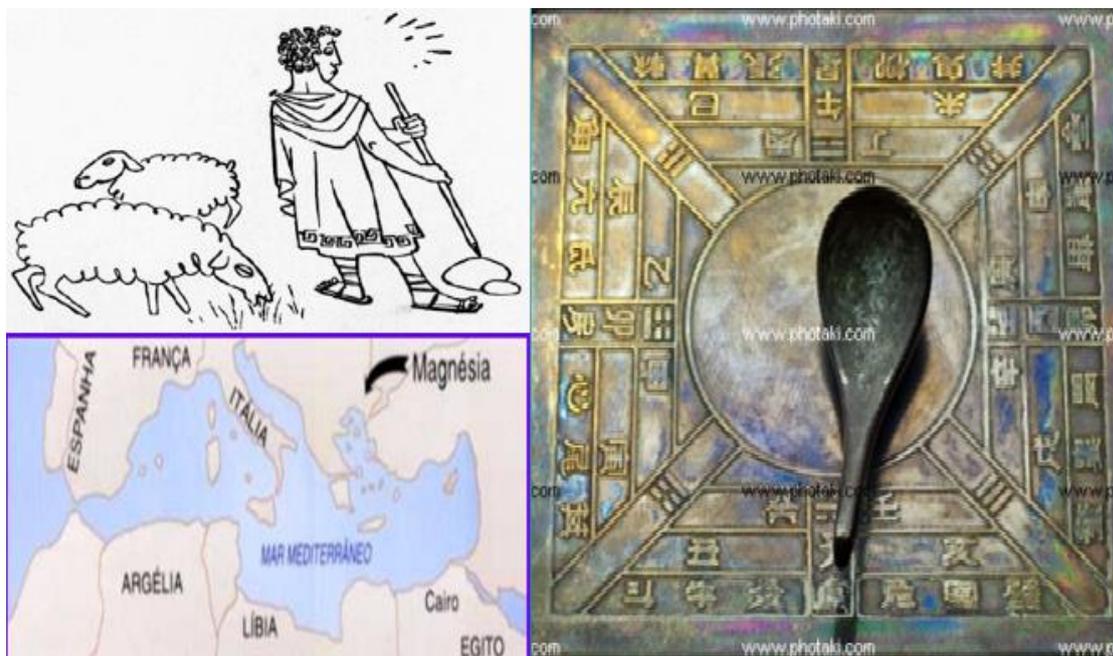
Para iniciar, esse confronto, a professora pesquisadora lança uma pergunta que, somado ao resultado demonstrado no experimento por eles realizado na aula anterior, invariavelmente, os levará a esse confronto.

(61) Professora: Se os ímãs “grudam”, como vocês dizem, por que na bacia, do experimento realizado na aula anterior, estavam todos separados?

A partir, das respostas dos alunos a professora iniciou o processo de sistematização dos conceitos por parte dos mesmos. Mesclando, nesse processo, aula expositiva com uma breve introdução histórica sobre a origem do ímã, ilustrando a narrativa com imagens, no intuito de colocá-los, pelo menos, visualmente, no momento histórico dos acontecimentos científicos abordados.

Para abordar os contributos do magnetismo, a professora faz uma breve narrativa histórica sobre a origem do Magnetismo. Explicou que os primeiros relatos sobre o ímã, datam do século VI a.C, em que um pastor de ovelhas intrigou-se com umas pedras que atraíam a ponta de seu cajado em uma região da Grécia, denominada Magnésia, daí a origem do nome Magnetismo. Nesta região existia uma rocha com a propriedade de atrair os metais, denominada de Magnetita. Os chineses foram os primeiros a observar que esta pedra se orientava sempre na direção Norte/Sul da Terra, dando a ela a primeira utilidade prática, ao inventarem a Bússola que foi usada na navegação.

Figura 10 – Introdução histórica sobre ímã.

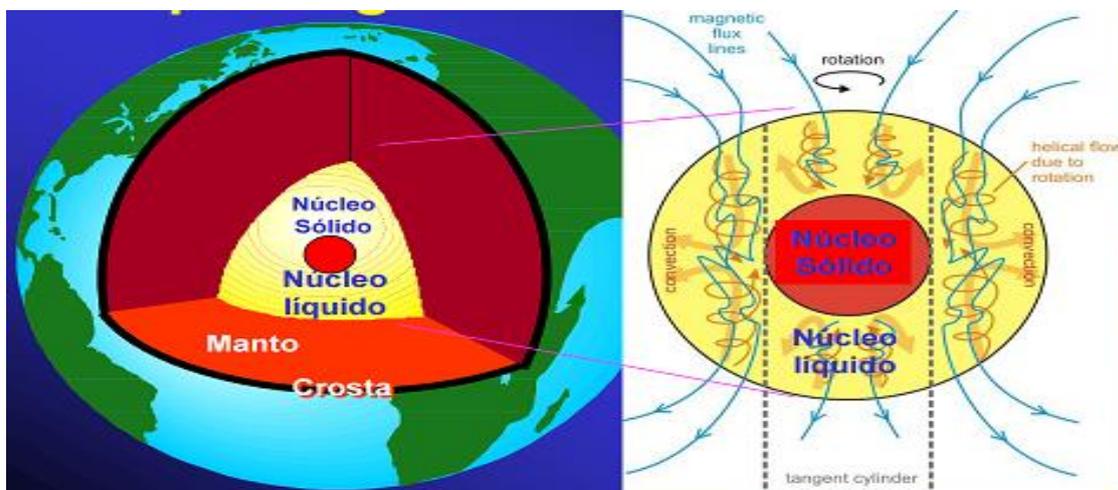


Fonte: Imagens da internet

Em 1600, ⁴William Gilbert, afirma que a Terra é um grande ímã e, atualmente, a Teoria mais aceita, que corrobora com esta afirmação, é a de que este campo seja criado por enormes correntes de convecção, geradas pela circulação do magma no interior da Terra. Mais especificamente, no núcleo externo da Terra, acredita-se haver uma camada de ferro e níquel em estado líquido, na qual os movimentos de correntes de convecção geram correntes elétricas, que por sua vez, geram um campo magnético. Daí o campo magnético terrestre. (FERRAZ NETO; E-FISICA.)

⁴ Texto explicativo no Apêndice 3 deste trabalho.

Figura 11 – Terra Ímã – Estrutura e formação do campo magnético:



Fonte: http://www.astro.iag.usp.br/~jorge/aga205_2011/06_DecMagne_JM.pdf

Após essa introdução realizou-se um experimento com ímãs e bússola. (Fig. 12).

(62) Olga: *É que todos tinham o mesmo lado iguais.*

(63) Yrina: *Ah! professora, depois que a senhora explicou, já sei que ele também afasta, quando coloca os dois lados iguais, juntos.*

(64) Professora: *Eu não chamo de lado, essa região do ímã que estava interagindo com os outros ímãs. Lembram?*

(65) Tânia: *Eu acho que é polo. Só que ele se afastava porque era tudo ímã. Se fosse uma geladeira ele iria grudar.*

(66) Professora: *Isso! São polos. polo Norte e polo Sul, mas atenção com os termos, eu também não falo “grudar”. Quando expliquei para vocês sobre o polo Norte e o polo Sul dos ímãs, falei que esse fenômeno era uma das propriedades dos ímãs.*

(67) Katya: *Quando a gente tenta aproximar o polo Norte de um ímã no polo Norte do outro eles se afastam, aí quando a gente vira um deles eles se juntam.*

(68) Professora: *Gente, vocês não lembram que eu não falava que eles se juntavam ou se grudavam. Como eu falava.*

(69) Lara: *É o negócio da atração e repulsão, né, professora!*

(70) Professora: Muito bem, Lara. Essa é uma das propriedades dos ímãs. A repulsão e atração em que, polos iguais se repelem e polos diferentes se atraem.

(71) Katya: Oxi! Mandou bem Lara! (risos)

(72) Professora: Então, como chamamos as extremidades dos ímãs?

(73) Olga: polo norte e polo sul.

(74) Professora: O que acontece quando aproximamos o polo norte de um ímã com o polo sul de outro ímã?

(75) Todas: Se atraem.

(76) Professora: E se for o polo norte com o polo Norte?

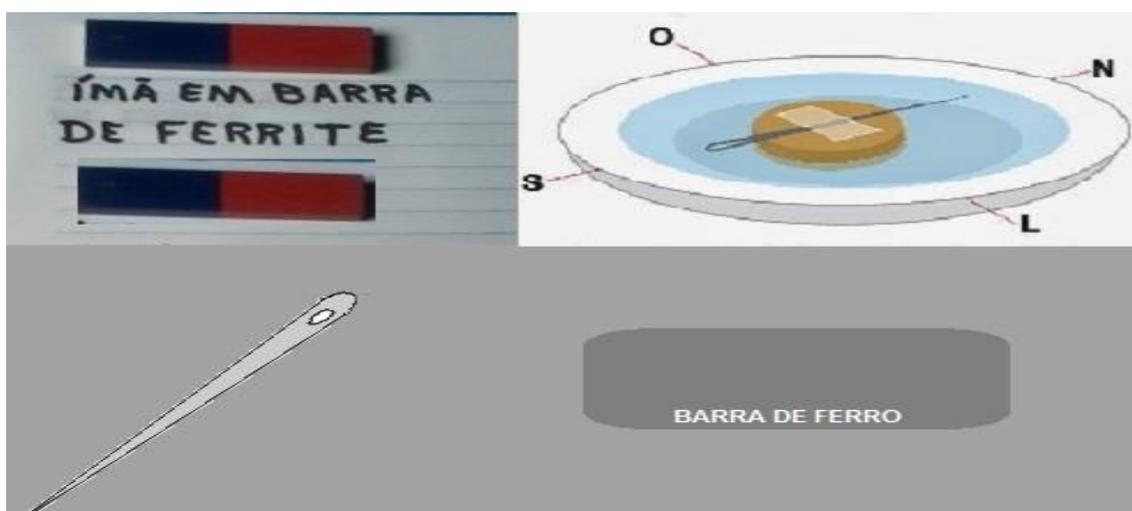
(77) Todas: Se repelem.

(78) Professora: Muito bem, meninas! Vamos agora aos experimentos!

Primeiro experimento:

Construção de uma bússola. Primeiro artefato tecnológico, advindo da descoberta do Magnetismo, a partir da magnetita. Usando para isso um copo com água, uma agulha, previamente, imantada e fixada em um pedaço de isopor. Demonstrando sua eficácia e importância como instrumento de orientação e, em sua interação com um ímã distinguir polos magnéticos e polos geográficos.

Figura 12: Materiais do experimento. A bússola.



Fonte: Montagem do pesquisador + (imagem da internet).

Após esse, primeiro experimento, a professora explicou aos alunos que a próxima atividade consistia em observar a ação resultante da interação entre:

- 1 ímã com uma barra de ferro;
- Dois ímãs;
- E observar o que acontece após partirmos um ímã ao meio.

2. Observando assim, a ação de um ímã e um objeto de ferro, entre dois ímãs. Observando-se a propriedade de atração e repulsão e, após quebrar-se um dos ímãs, explicou-se o dipolo magnético e a inseparabilidade dos polos.

O desenvolver dessa aula, pode ser acompanhado no diálogo a seguir:

(79) Professora: Primeiro vamos construir uma bússola.

(80) Nadya: Como, professora?

(81) Professora: Com esse copo com água, essa agulha, que eu transformei em ímã, passando este ímã sobre ela, e esse pedaço de isopor. Vocês apenas vão juntá-los. No isopor vocês vão fixar a agulha e depois colocar sobre a água no copo. Estará pronta nossa bússola.

(82) Yrina: Deixa que eu faço. Pronto.

(83) Olga: Ué! Como é que eu vou saber qual é o polo norte qual o polo sul?

(84) Tânia: É mesmo! Como?

(85) Professora: Vocês conhecem os pontos cardeais?

(86) Todas: Sim.

(87) Professora: Então está fácil. Em que direção está o Norte?

(88) Todas: Prá cá. (Disseram, apontando para a direção Norte)

(89) Professora: Qual ponta da agulha está nesta mesma direção?

(90) Todas: Esta aqui. (Disseram, apontando para a cabeça da agulha)

(91) Professora: Por favor, Lara, pegue a bússola na mesa e vamos conferir.

(92) Yrina: Tá igualzinho! Viu! A gente sabe!

(93) Professora: Agora retirem a agulha do copo e do isopor. Vocês já sabem que a ponta que estava indicando a direção Norte geográfica, é a cabeça da agulha, certo? E vocês já sabem que polos iguais se repelem e polos diferentes

se atraem. Podem verificar usando esse ímã. Aproximem o polo Norte do ímã da cabeça da agulha que vocês disseram ser o polo Norte.

(94) Lara: Se atraíram.

(95) Professora: E pode? Polos iguais se atraem?

(96) Tânia: Não. Eles tinham que se repelir. O que aconteceu, então, professora?

(97) Nadya: É verdade.

(98) Yrina: Tem certeza que era a cabeça da agulha que apontava pro Norte?

(99) Lara: Sim.

(100) Olga: É, isso mesmo. O que deu errado, professora?

(101) Professora: Nada. Está tudo certo.

(102) Yrina: Como assim?

(103) Lara: Hein!

(104) Tânia: Eu não entendi!!!

(105) Nadya: Ah! Professora, fala logo! Porque aconteceu isso?

(106) Professora: Vocês sabem que as coordenadas geográficas, Norte, Sul eram conhecidas muito antes do ímã. Os navegadores já se orientavam por estes pontos, não é mesmo? Então, quando descobriram o ímã e verificaram que aquela pedra se posicionava sempre na direção Norte/Sul, eles denominaram de Norte a ponta que indicava o Norte geográfico. Eles ainda não sabiam que polos iguais se repelem e nem que a Terra era um grande ímã natural.

(107) Olga: Ah! Então, eles lá que erraram.

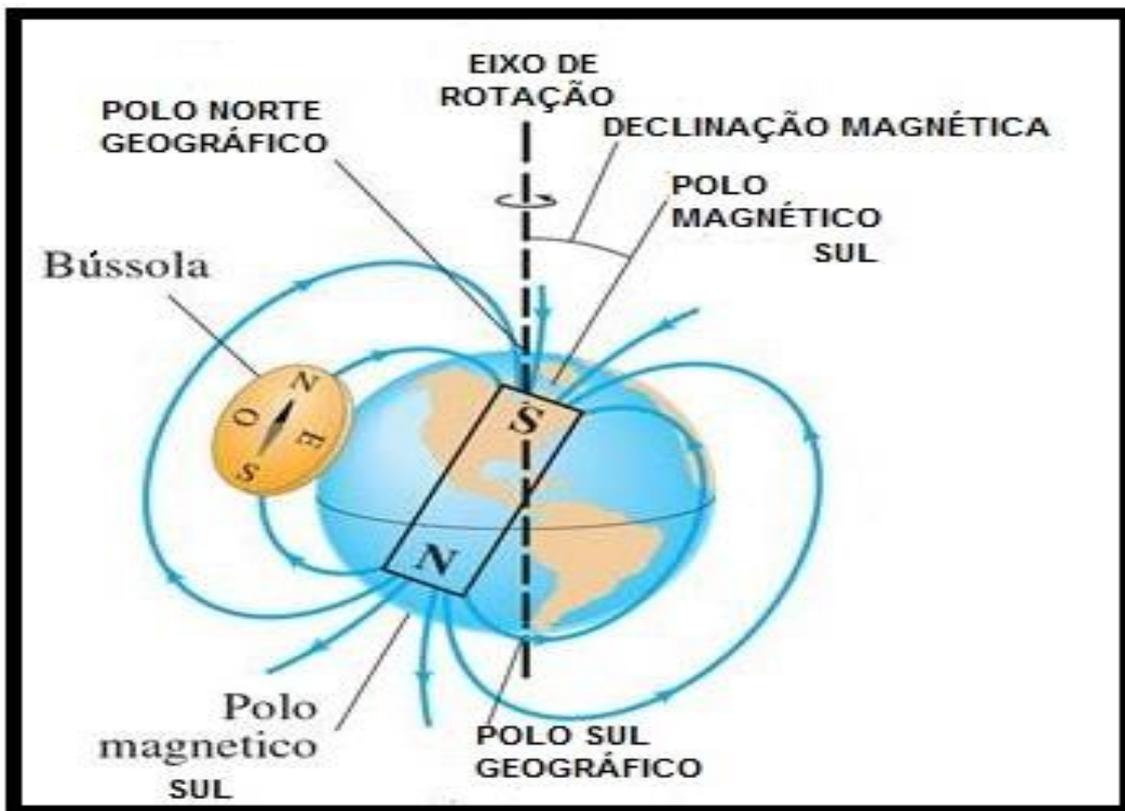
(108) Yrina: Então, o Norte não é o Norte e o Sul não é o Sul é isso?

(109) Professora: O que acontece é que são coisas distintas, diferentes. Há Norte geográfico e Norte magnético, assim como, Sul Geográfico e Sul Magnético, e segundo à propriedade magnética de atração e repulsão eles são opostos.

(110) Olga: Complicado! Não consegui entender.

(111) Professora: Vou mostrar um slide para vocês visualizarem o que estou falando. (Fig. 13)

Figura 13 : Polos geográficos e magnéticos.



Fonte: Imagem de: fisicamariotti3b.blogspot.com

(112) Olga: Agora entendi. A Terra é como esse ímã aqui, e o polo Norte está aqui (aponta o Norte Magnético, na figura), por isso, que o Norte da agulha foi para o Sul daqui (aponta para o sul magnético).

(113) Lara: É assim! Se a Terra é um ímã e a agulha também, e os polos iguais se repelem, a ponta da agulha que é o polo Norte aponta pro polo Sul do ímã Terra. É isso?

(114) Yrina: Pera aí, tô confusa ainda! Deixa eu ver! Faz de conta que esse ímã aqui é a Terra. Aqui é o polo Norte (Diz apontando para o polo Norte do ímã) e a cabeça da agulha é também. Pondo junto ela vai pro outro lado (É atraída para o polo Sul). Ah! Entendi. Então, quando eles usavam a bússola para a navegação, como a senhora falou, eles conseguiam ver se estavam no rumo certo, só olhando pra onde essa agulha apontava, é isso?

(115) Professora: Isso Yrina, muito bem! Prosseguindo... Estes dois ímãs de ferrite, já vêm pintados com duas cores diferentes, no caso, vermelho e azul, para facilitar a identificação dos polos. O azul indica o polo norte e, portanto, o vermelho indica o polo sul. Quero que cada uma de vocês aproximem o polo

norte de um dos ímãs com o polo sul do outro e relatem o que acontece. Encostem a barrinha de ferro no meio do ímã e relatem o que observarem. Atenção com os termos corretos, hein!

(116) Lara: Quando aproximei os dois ímãs eles (gru..) Não, não! Eles se atraíram. E o ferro foi atraído quando está no polo ou perto dele, mas no meio, não (gru..), atraí.

(117) Tânia: É, não é atraído no meio, não. E os ímãs se atraíram.

(118) Olga: É, o ferro só junta nas... (Ops! Não é junta, né!). Ele só é atraído nos polos ou perto deles, mas no meio não.

(119) Professora: Isso se explica pela propriedade de Atração e Repulsão dos ímãs. Polos iguais se repelem e polos diferentes se atraem. E o fato de não ocorrer no meio do ímã, é porque a ação magnética diminui quanto mais se afasta do polo. Mas, isso será melhor explicado nos próximos encontros. Entenderam?

(120) Todas: Sim.

(121) Professora: Muito bem! Então já entenderam a propriedade de atração e repulsão dos ímãs. Vamos quebrar este ímã no meio. Isto eu mesma, vou fazer. Pronto! Vocês viram que a atração entre o ferro e o ímã só ocorre nos polos e próximo a eles, mas não no meio. O que vocês acham que vai acontecer se encostarmos ele nesta parte que quebramos e era o meio do ímã?

(122) Nadya: Vai atrair, pois tanto o polo Norte como o Polo Sul atraíram o clip.

(123) Professora: Então você acha que esta parte toda é o polo Norte, é isso?

(124) Yrina: E não é?

(125) Lara: Não vai grudar.

(126) Yrina: Quando quebra o ímã, ele continua sendo ímã?

(127) Professora: Sim.

(128) Tânia: Sei lá, professora! Põe logo isso aí! (Risos)

(129) Olga: Menina estressada!

(130) Tânia: Estressada não, curiosa.

(131) Professora: Põe você, então, Tânia.

(132) Yrina: Tá vendo, eu falei que ia grudar.

(133) Professora: Então, para te responder. Quero que você pegue este outro ímã e aproxime o polo Norte dele nesta parte onde dividimos o ímã, que você diz ser todo polo Norte.

(134) Yrina: *Não quer encostar, está se repelindo, professora, por que?*

(135) Professora: *Existe ímã com um polo apenas? Não existe ímã só com polo Sul ou só com polo Norte. Essa é a outra propriedade do ímã, que denominamos de inseparabilidade de polos. Em um ímã, não dá para separar os polos. Se continuarmos a quebrar o ímã, cada metade será um ímã com polo Norte e polo Sul. Ímãs são dipolos magnéticos.*

(136) Yrina: *Entendi.*

(137) Professora: *Ficou claro que ele continuou sendo ímã, não porque ficou com um polo Norte, mas devido a essa propriedade de inseparabilidade dos polos. Certo.*

(138) Yrina: *Sim.*

(139) Professora: *Todos entenderam?*

(140) Todas: *Sim.*

(141) Professora: *Na próxima aula estudaremos as características internas da matéria que a torna ímã.*

Analisando este episódio, podemos identificar os meandros da significação, quando o conhecimento científico se sobrepõe ao conhecimento cotidiano, permitindo ao sujeito generalizações. Como é o caso, desta passagem no turno 114 do episódio 2 em que a aluna Yrina, elaborando seu pensamento, diz: *[Pera aí, tô confusa ainda! Deixa eu ver! Faz de conta que esse ímã aqui é a Terra. Aqui é o polo Norte (Diz apontando para o polo Norte do ímã) e a cabeça da agulha é também. Pondo junto ela vai pro outro lado (É atraída para o polo Sul). Ah! Entendi. Então, quando eles usavam a bússola para a navegação, como a senhora falou, eles conseguiam ver se estavam no rumo certo, só olhando pra onde essa agulha apontava, é isso?].* Constatando perceber o uso prático deste conhecimento. Podemos considerar pelo prisma da ZDP, que a aluna encontra-se no nível de desenvolvimento atual.

Melhor entendido quando nos remetemos à analogia em que Vygotsky (2000, p.140), esquematiza a lei de equivalência de conceitos, que segundo ele, embora não precisa, era bastante adequada àquele propósito e, também, encaixa-se perfeitamente, no caso desta análise.

Se imaginarmos a totalidade dos conceitos como distribuídos pela superfície de um globo, a localização de cada conceito pode ser definida por meio de um sistema de coordenadas que correspondem, na geografia, à longitude e à latitude. Uma dessas coordenadas indicará a localização de um conceito entre os extremos da conceituação abstrata extremamente generalizada e a apreensão sensorial imediata de um objeto – isto é, o seu grau de concretude e abstração. A segunda coordenada representará a referência objetiva do conceito, o aspecto da realidade ao qual se aplica. VYGOTSKY, 2000, p. 140)

No turno 112, quando Olga diz: [*. Agora entendi. A Terra é como esse ímã aqui, e o polo Norte está aqui (aponta o Norte Magnético, na figura), por isso, que o Norte da agulha foi para o Sul daqui, (aponta para o sul magnético)*], demonstra que só após basear-se na figura, conseguiu diferenciar polos geográficos de polos magnéticos. Significando que, embora desse pistas de evolução conceitual, não as elaborou por meio de representações mentais, necessitando da figura (instrumento) para compreender e diferenciar polos magnéticos de polos geográficos.

Já nas interações, sobre a inseparabilidade dos polos e dipolaridade dos polos, a professora optou, pela descoberta por meio da ação. Desafiando o que já conheciam com o confronto revelado na ação. Isso permitiu que a construção do conhecimento se desse de forma ativa, na qual os sujeitos interagindo em uma mediação para a solução do problema aguçasse a curiosidade e a vontade de resolvê-lo, como podemos observar a partir dos turnos 121 até o 140. Em nossa análise, essa passagem, foi deveras produtora.

Episódio 3: Implicações nos processos de aprendizagem: Avanços e retrocessos na formação de conceitos.

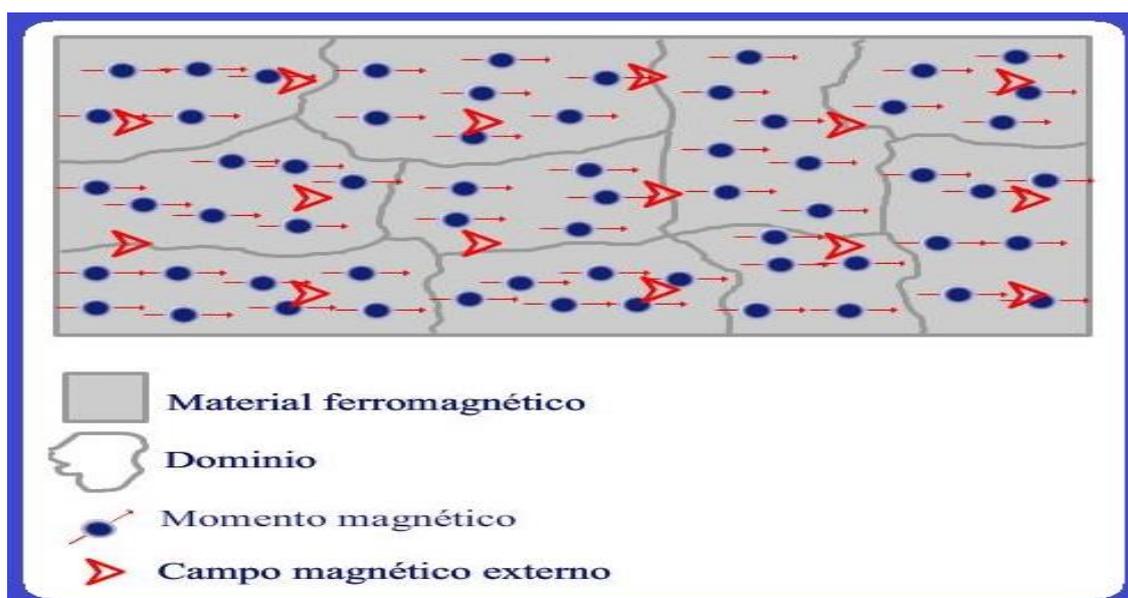
Introdução ao magnetismo

A questão norteadora desta aula foi: **De onde vem o Magnetismo?**

Abordando conceitos de Átomos, Elétrons, Domínios Magnéticos, Ponto Curie e Desmagnetização.

Por ser Magnetismo uma propriedade cuja natureza elétrica origina-se na estrutura eletrônica dos átomos, associada ao movimento dos elétrons. Foi necessário rever vários conceitos, para o bom entendimento, a partir de átomos, explicando que as propriedades magnéticas da matéria, ao interagir com um ímã, originam momentos de dipolo magnético, conferem comportamentos diamagnéticos, paramagnéticos e ferromagnéticos à matéria, diretamente ligados à orientação dos “spins”. Estes, por sua vez, reúnem-se em grupos formando os Domínios Magnéticos (fig.14), que são regiões com aglomerados de átomos, os quais, quando aumentados, conferem a um material ferromagnético imantação permanente, que pode ser revertida ao se desordenar a direção desses domínios, elevando-se a temperatura até um ponto denominado ponto Curie do material ferromagnético ou batendo vigorosamente sobre esse material. Tais conceitos permitiram abordar a teoria dos domínios diretamente relacionada ao momento orbital magnético dos elétrons.

Figura 14: Domínios Magnéticos



Fonte: <http://quintans.webs.uvigo.es/recursos/Web_electromagnetismo/magnetismo_materiales.htm>

A professora encerrou suas explicações com um breve resumo dos conceitos abordados, na tentativa de possibilitar uma melhor compreensão dos mesmos e pediu aos alunos que respondessem **de onde vinha o magnetismo**. As respostas seguem no diálogo abaixo:

(142) Lara: *Da Terra, professora. A senhora já disse, na aula anterior, que aquele padre, lá da... esqueci! Só sei que a lança “grudou” naquela pedra que... esqueci o nome também! Mas sei que o nome era por causa da cidade onde moravam.*

(143) Yrina: *De uma cidade da Grécia.*

(144) Olga: *Da magnésia, acho! Alguma coisa assim.*

(145) Katya: *Era uma pedra, né!*

(146) Tânia: *Então, o magnetismo vem dessa pedra?*

(147). Lara: *Acho que sim. Como era o nome dela mesmo professora?*

(148) Professora: *A rocha chama-se Magnetita, e existe até hoje, ela é um ímã natural, mas o magnetismo em si, não vem da magnetita. É o que descobriremos no decorrer da aula.*

Nos turnos 142 ao 147, as respostas das alunas, nos infere, o estágio do desenvolvimento por complexo de tipo associativo. Conforme Vygotsky, em um complexo as ligações entre seus componentes são concretas e factuais. O conceito Magnetismo é abstrato, mas suas respostas deixam transparecer uma relação concreta e factual entre os termos Magnetismo, aparentemente, eleito o núcleo e os outros termos, Magnésia e magnetita.

(149) Professora: *Pessoal, para continuarmos, vamos nos fazer uma pergunta. O que faz essa pedra ter essa propriedade magnética, capaz de atrair a ponta da lança do pastor de ovelhas? Gostaria que vocês pensassem nisso, pois expliquei no início da aula. Me digam o que a torna um ímã natural.*

[Silêncio] *Ninguém arrisca nenhum palpite? [silêncio] Bem gente, vamos analisar a composição da Magnetita (óxido de ferro, Fe_3O_4), que por sua vez, apresenta conglomerados de átomos orientados em uma mesma direção. Esta característica é que confere a propriedade de atrair outras substâncias semelhantes.*

(150) Tânia: *Então todo ferro é um ímã?*

No turno 149, do episódio 3, a professora refaz a pergunta, especificando-a mais. Porém, como podemos notar, não houve nenhum avanço. Então, a professora explica. E novamente, aparece o pensamento por complexo de tipo associativo, agora com Tânia que supõe, erroneamente, que todo ferro é ímã, claramente relacionando o termo, concreto, ferro ao óxido de ferro e não à sua composição. Esse pensamento é compartilhado, por Lara e Olga nos turnos 153 e 154, respectivamente.

(151) Professora: Vamos verificar. Por favor, Lara, pegue esta barrinha de ferro e Tania pegue esse prego. Antes de encostá-los, quero saber o que acham que irá acontecer?

(152) Tânia: É ferro, vai grudar.

(153) Lara: Vai sim.

(154) Olga: Eu acho que gruda, é ferro.

(155) Katia: Sei não!

(156) Professora: Podem encostá-los.

(157) Kátia: Ué!

(158) Tânia: É ferro, por que não grudou?

(159) Olga: Então não entendi nada, você disse que a pedra lá, era de ferro por isto era ímã.

(160) Professora: Eu não disse isso, mas compreendo a confusão. Às vezes, prestamos atenção no que estamos vendo e não na explicação, e deixamos passar o mais importante. Lembrem que eu disse que nos átomos que compõe a matéria, no caso, a pedra, os átomos que compõe a Magnetita, formavam conglomerados de átomos, que por sua vez, formam os domínios magnéticos alinhados em uma mesma direção e que esta disposição é que a tornava um ímã natural. Portanto, a matéria, na qual, seus átomos formam aglomerações de átomos orientados em uma mesma direção, possui propriedade magnética.

(161) Lara: Agora entendi, então nestes ferros aqui, que não grudou, os átomos estão cada um a Deus dará! (risos)

(162) Tânia: Eu não entendi! O que os átomos tão fazendo dentro da pedra?

(163) Professora: Gente! Eu acabei de explicar. Ao iniciar a aula revi todos esses conceitos. E antes de iniciar este trabalho com vocês, perguntei à professora de vocês, se já, o haviam estudado e ela disse que sim. Depois

confirmei com vocês e vocês também, disseram que sim. Mesmo assim, na introdução desta aula revi todos eles.

(164) Kátia: Não liga professora, ela que tá querendo causar, a professora já deu esse conteúdo sim.

(165) Professora: Não tem problema, pois já estava no meu plano de aula, por isso, revimos no início da aula os conceitos de átomos, elétrons, que são necessários para que vocês entendam sobre o que estamos abordando nesta aula. Lembrem que no início falei que íamos rever conceitos de átomos, elétrons, além de novos conceitos, como: domínios magnéticos, ponto Curie e Desmagnetização?

(166) Tânia: Falou?

(167) Olga: Aff!

(168) Lara: Tá vendo, não parava de falar enquanto a professora explicava....

(169) Professora: No decorrer desta aula, ao realizarmos os experimentos, como este que acabamos de fazer, retomo todos os conceitos e, ninguém mais, vai esquecer novamente, é só prestar atenção desta vez, ok. Agora, vamos iniciar mais um experimento. Por favor, Olga e Lara, cada uma de vocês pegue uma barrinha de ferro. Katya, pegue este pedaço de agulha de aço, a qual retirei a ponta, para evitar acidente e, sem encostá-los um no outro, aproxime o ímã na agulha, separando-os com seus dedos, desta forma (foto 2), caso contrário, a agulha será atraída pelo ímã e vão se aderir, e isto inviabilizará, o experimento. Não é isto que queremos. Em seguida, encoste a agulha na limalha de ferro. Olga, você vai esfregar este ímã nesta barrinha de ferro de qualquer jeito e encostar o ferro neste pó que é a limalha de ferro, certo. Tânia, pegue esta barrinha de alumínio e esfregue o ímã em um só sentido e logo em seguida, encoste o alumínio na limalha de ferro. Lara, esfregue o ímã na barrinha de ferro em um único sentido e a seguir, encoste a barrinha de ferro na limalha de ferro. Enquanto eu vou colocar uma moeda, uma borracha, uma tampinha de plástico, uma lasca de madeira, um clipe, uma barrinha de alumínio, vidro e um prego de ferro. Agora relatem o que observaram:

Foto 2 – Orientando experimento.



Fonte: Do pesquisador

(170) Olga: No ímã o ferro quis grudar, mas no pó, não aconteceu nada

(171) Professora: Lembra o que expliquei no início da aula sobre o que confere propriedade magnética à matéria?

(172) Olga: Tem alguma coisa com átomo, mas não sei explicar não.

(173) Katya: Quando aproximei, puxou e na agulha, o pó grudou.

(174) Professora: Consegue me explicar porque aconteceu dessa forma.

(175) Katya: Eu acho que é como ela (aponta para Olga) falou. Mas também não sei explicar.

(176) Lara: Ficou difícil esfregar, eles grudavam. Quando coloquei a barrinha na limalha de ferro, elas grudaram na barrinha.

(177) Professora: Sabe me explicar o porquê?

(178) Lara: Não.

(179) Tânia: Não aconteceu nada com os dois. E eu também não sei explicar, viu professora!

(180) Professora: Conforme estudado e revisto no início da aula, sabemos que quase todo átomo consiste em espaço vazio, sua massa é concentrada em um pequeno núcleo carregado positivamente. Girando, aleatoriamente, ao redor do núcleo, encontram-se minúsculas partículas carregadas negativamente, denominadas elétrons, que produz, cada um, um campo magnético com um polo Norte (N) e um polo (S), que tendem a se cancelar, mas eles também, giram sobre seu eixo, produzindo outro campo magnético, que normalmente se cancelam também. Portanto, a maioria dos átomos não

possui um campo magnético global. Materiais consistindo desses átomos não são atraídos pelo ímã. No entanto, o átomo de ferro tem quatro elétrons girando mais num sentido que no outro evitando que seus campos sejam cancelados ou equilibrados conferindo-lhe campo magnético resultante. Assim ocorre também com o Níquel (Ni) e o Cobalto (Co) que possuem dipolos magnéticos. Por essas, características, são denominados de ferromagnéticos. É como se seus átomos fossem minúsculas agulhas de bússolas apontando para o Norte (N). Seus minúsculos dipolos interagem fazendo com que grandes aglomerados se alinhem no mesmo sentido. Tais aglomerados são denominados de Domínios magnéticos, normalmente, com cerca de 1mm de largura contendo milhões de átomos com cada domínio apontando em um sentido diferente. Caso sejam expostos a um campo magnético, os domínios alinhados no mesmo sentido se sobrepõe aos outros e são magnetizados, mas ao se afastar da influência do campo magnético, seus dipolos perdem o alinhamento e gradualmente formam domínios ao acaso. Isto não ocorre com o aço, pois os átomos de carbono adicionado ao ferro para fazer o aço impedem que os átomos de ferro voltem à posição aleatória, permanecendo o aço magnetizado, mesmo sem a influência de outro campo magnético externo. Depois desta revisão, daremos continuidade ao restante do experimento em que verificaremos se qualquer material pode ser imantado.

(181) Professora: Um ímã pode perder sua propriedade magnética?

(182) Lara: Se a Terra é um ímã, ela é muito grande, então ela anula todos os ímãs na Terra, então não existe mais ímã, né?

Podemos perceber, nesta questão, levantada por Lara, que a atenção dela estava voltada para outro ponto da aula. Então, a professora/pesquisadora decide esclarecer primeiro as dúvidas de Lara, para depois retomar, a partir da questão inicial. Até porque a lógica que leva Lara a chegar a esta conclusão, remete-nos ao que Claparède (apud Vygotsky, 2000, p. 74) nomeia de “sincretismo”, em que, na percepção, no pensamento e na ação, misturam-se os mais diferentes elementos em uma imagem desarticulada, por força de alguma impressão ocasional, ou ainda, o que Blonski (apud Vygotsky, 2000, p. 74), denominou de “coerência incoerente” do raciocínio. Entendemos ter sido esta, uma oportunidade de se comprovar, como ocorre o confronto que faz com

que uma lógica que a princípio era válida, seja invalidada. É o que podemos ver nos diálogos a seguir:

(183) Professora: *Se fosse assim, como você explicaria os ímãs que eu trouxe para fazer os experimentos?*

(184) Tânia: *Ela só deixa a bússola virada na direção que elas sempre ficam. Não é mesmo, professora?*

(185) Professora: *Antes de te responder Tânia, gostaria que você lembrasse como são denominadas as direções que a Bússola aponta, ou melhor, se alinha, e quero que se lembre que não é só para a orientação da Bússola que o magnetismo terrestre serve. Lembra o que falamos sobre os raios solares? Enquanto isso, quero saber de você, Lara. Por que acha que a Terra anula todos os ímãs?*

(186) Lara: *Deixa pra lá, Professora, depois que a senhora me lembrou desses ímãs aqui, vi que “tô” errada.*

(187) Professora: *Mesmo assim, gostaria de saber por que você achou que a Terra anularia os ímãs?*

(188) Lara: *Porque a senhora disse que o movimento dos átomos faz um campo magnético que anula os outros, então, se pequenos conseguem anular os outros, imagina a Terra que é grande!*

(189) Tânia: *Eu entendi diferente.*

(190) Professora: *Como você entendeu, Tânia?*

(191) Tânia: *Ah! É assim! Tem o giro dos elétrons que produz campo magnético, mas a senhora também falou do spin, que também gira e produz campo magnético, então continua tendo ímã por causa do giro deles. A senhora disse que tudo o que a gente vê tem os átomos, os elétrons, os spins, que “desanula” o que os elétrons “anula”, não é isso?*

(192) Katya: *Eu acho que a Terra não é mais ímã não, porque a senhora disse que se esquentar o ímã ele deixa de ser ímã e dentro da Terra, todo mundo sabe que é muito quente.*

(193) Professora: *Você esqueceu o que falei sobre a camada líquida composta de ferro e níquel que, devido às correntes, estão em constante movimento e que esse movimento gera eletricidade que por sua vez gera o que mesmo?*

(194) Katya: *Já sei! Um campo magnético. Então tá! A Terra é ímã ainda.*

(195) Professora: Para onde são desviadas as partículas radioativas provenientes do Sol?

(196) Katya: Lembrei! Para os polos da terra.

(197) Professora: Haveria vida na Terra sem o Campo Magnético Terrestre?

(198) Lara: Eu... eu. Não, porque aí as (.....) os raios do Sol ia matar todo mundo.

(199) Professora: Peguem o ímã, aproxime-o desses objetos que coloquei na mesa, um por vez, e digam o que observam.

(200) Tânia: O ímã “puxou”, a moeda, o clipe e o prego, mas não puxou a madeira, o plástico, a borracha e nem o vidro.

(201) Olga: O meu também.

(202) Katya: Idem.

(203) Lara: Também.

(204) Professora: Agora tenho certeza que saberão me responder as perguntas do experimento anterior e explicar porque o ímã atraiu um material e outro não. Não é mesmo?

(205) Lara: Naquele outro, eu peguei um ímã e a barrinha de ferro e eles se atraíram, depois o ferro atraiu o pó. Deve ser porque, como a senhora disse, o ferro tem aquele “ajuntamento” de dipolos que apontam na mesma direção e que chama domínio deixando ele ser magnético.

(206) Katya: A senhora disse que a agulha era de aço e na aula explicou que junta ferro e carbono e aí o carbono não deixa que esses domínios fiquem desarrumados, então foi por isso. E aqui, é a mesma coisa, os outros que o ímã não gruda é porque os domínios deles estão um pra cá, um pra lá. É isso!

(207) Tânia: Agora eu sei porque não grudou nada naquela hora. A senhora me deu alumínio que deve ser igual a esses outros aqui, que o ímã não puxou. Como é mesmo? Acho que é porque os átomos deles se anularam e não dá pra fazer eles ficarem apontando pra mesma direção para terem o campo magnético, né.

(208) Olga: Esse negócio de ficar apontando pra mesma direção, foi isso que aconteceu lá comigo, quando eu passei de qualquer jeito eu baguncei eles e continuaram cada um apontando pro seu lugar. Pera aí, deixa eu ver uma coisa. Vou pegar esse ímã e passar só numa direção como a senhora mandou a Lara fazer. Olha, aí! Grudou! Eu fiz eles apontarem pra mesma direção.

(209) Professora: Mais precisamente, em materiais ferromagnéticos esses minúsculos dipolos interagem fazendo com que grandes aglomerados se alinhem no mesmo sentido. A esses aglomerados chamamos de Domínios Magnéticos. E no caso do aço esses aglomerados permanecem alinhados.

Vocês lembram o que pedi que fizessem no experimento anterior?

(210) Katya: Eu tinha que deixar perto o ímã e a agulha sem se tocar.

(211) Professora: Depois que você separou eles e aproximou a agulha da limalha de ferro, o que aconteceu?

(212) Katya: A agulha atraiu a limalha.

(213) Professora: O que vocês acham? A agulha era um ímã?

(214) Katya: Era.

(215) Olga: Não! Só depois que ela juntou com o ímã ela virou ímã também.

(216) Katya: Eu não juntei, só deixei pertinho, porque a professora disse que não era para deixar se tocar.

(217) Olga: Então ela era ímã mesmo.

(218) Lara: Quer dizer que as agulhas são ímã, só porque é de aço, professora?

(219) Professora: As agulhas de aço, não são ímãs. Mas são ferromagnéticas.

(220) Tânia: Então como explica ela ter puxado a limalha de ferro?

(221) Professora: Para entendermos isto, vamos falar sobre imantação. No experimento anterior vocês imantaram os materiais ferromagnéticos. E há três formas de se imantar um material magnetizável. Por ATRITO, como fizeram Tania, Olga e Lara ao atritarem (esfregarem) os materiais um no outro ordenaram seus domínios em um mesmo sentido. Por INDUÇÃO, feito por Katya, ao apenas, aproximar o ímã da agulha de aço. O que aconteceu foi que vocês imantaram apenas materiais ferromagnéticos, orientando seus domínios em uma mesma direção. Com a Tânia não deu certo, pois o alumínio não é imantável, seus domínios não se alinham. No caso da Olga, atritando o ímã em qualquer direção, seus domínios não se alinharam em uma mesma direção. O ímã tem que seguir em um único sentido, caso contrário o alinhamento não ocorrerá. Há uma outra forma de imantação, mas que abordarei juntamente com o experimento da próxima aula. É a imantação por corrente contínua. Para terminarmos, quero que você pegue novamente a agulha de aço que você imantou. Encoste ela na limalha de ferro para sabermos se ainda continua imantada. Aliás quando imantamos um material ele se torna ímã também. Ímã

artificial. Que pode ser permanente como é o caso do aço ou temporário como o ferro.

(222) Katya: Ainda está atraindo a limalha professora!

(223) Professora: Ótimo. Para que ninguém se machuque eu vou fazer esta parte do experimento. Observem que vou bater na agulha com este pedaço de ferro. Agora, encostem ela novamente na limalha de ferro.

(224) Katya: Ficou triste, não quer mais atrair a limalha. (risos)

(225) Olga: Coitada!

(226) Lara: Por que ela não está mais atraindo a limalha professora?

(227) Tânia: É! Por que a senhora fez isso professora?

(228) Professora: Para demonstrar uma das maneiras de se desmagnetizar os materiais. Pode ser por choque mecânico, foi o que fiz, ao bater na agulha. E por aquecimento. A temperatura mínima em que ocorre a desmagnetização de um material no qual as moléculas retornam ao seu estado de polarização aleatória normal é denominada de temperatura Curie. Para o Ferro, ela é de 770°C, Cobalto 1127°C, Níquel 354°C.

A professora/pesquisadora ao pedir, às alunas que verificassem se os materiais ficaram imantados e descrevessem o que observaram, se notaram algo diferente ou se esperavam outros resultados incentivando-as questionarem e levantarem hipóteses sobre os resultados, intentava verificar, após as hipóteses levantadas pelas alunas, se conseguiam relacionar a imantação dos materiais com a ordenação dos domínios. Ou seja, se já tinham condições de elaborar conclusões, a partir de suas próprias observações e fazer deduções.

A partir das hipóteses formuladas pelas alunas, a professora/pesquisadora abordou o conceito das Propriedades Magnéticas e os processos de imantação, explicando que, necessariamente, para se imantar uma substância magnetizável devemos ordenar os seus ímãs elementares, ou seja, ordenar os domínios, como foi visto no início desta atividade. Ela explicou que há três maneiras de se fazer isto.

1. Por Atrito: Que eles acabaram de fazer, ao friccionarem o metal magnetizável com um ímã num único sentido, e assim, ordenando os ímãs elementares e criando um novo ímã.

2. Por Indução: Quando colocaram o ímã próximo ao metal, que foi magnetizado por influência do mesmo.

3. Por C.C. (Corrente Contínua) – Que foi o tema da aula seguinte.

Por fim, a professora/pesquisadora abordou a desmagnetização dos materiais e os pontos Curie dos elementos ferromagnéticos. Reforçando, o que já fora abordado na Teoria dos Domínios ao explicar a ação da temperatura na desordenação dos domínios. Para iniciar as discussões a professora/pesquisadora faz, novamente, a pergunta que deu início aos trabalhos desta atividade.

(228) Professora: Um ímã pode perder sua propriedade magnética?

(229) Todos: Siiiiim.

(230) Professora: E, agora? Vocês conseguem responder se um ímã pode perder sua propriedade magnética ou, em outras palavras, ser desmagnetizado?

(231) Alunas: Sim.

(232) Professora: E, sabem explicar como?

(233) Katya: Esquentando e batendo.

(234) Tânia: Isso.

(235) Lara: Ou deixando ele cair.

(236) Professora: Todas estão corretas. O ato de bater ou o impacto dele com o chão, chamamos de choque mecânico. Esquentar se refere a alcançar a Temperatura Curie do metal magnetizado. O do Ferro é 770°C, do Cobalto é 1130°C e do Níquel é 354°C.

Neste recorte, foi interessante perceber que, embora tivessem prestado atenção nos conceitos, pois fazem uso deles em suas explicações, denotam a não compreensão dos mesmos. Mas, o mais interessante em suas explicações é perceber, com base em Vygotsky (2000), aspectos particulares que nos

permitem inferir o caminho que cada uma das explicações percorreu para chegar nessas conclusões.

Ao levantar a questão no turno 151. *Se fosse assim, como você explicaria os ímãs que eu trouxe para fazer os experimentos na primeira aula?* Com essa questão a professora/pesquisadora procura provocar em Lara, o desequilíbrio na sua lógica apresentada no turno 150: *Se a Terra é um ímã, ela é muito grande, então ela anula todos os ímãs na Terra, então não existe mais ímã, né?* A pergunta da professora pesquisadora tinha o intuito de permitir à aluna a reformulação de sua resposta, levando-a a levantar outras hipóteses, que até aquele momento não havia aventado.

Com a resposta no turno 156, Lara demonstra estar, segundo Vygotsky, agrupando de forma desorganizada o significado dos conceitos estudados anteriormente misturando elementos por força de alguma impressão ocasional, caracterizando o pensamento sincrético resultado da insuficiência das relações objetivas, que a levam, confundir elos subjetivos com elos reais entre os conceitos. Em sua explicação, por exemplo, ao se utilizar de uma informação que para ela fazia mais sentido, ou seja, o tamanho da Terra e relacioná-lo ao tamanho do elétron denota o pensamento por complexo associativo, pois ela percebe no tamanho, a relação entre o objeto de amostra (campo magnético) e alguns outros elementos (movimento da Terra, anulação do campo magnético), e o usa como núcleo para respaldar sua explicação.

Verificamos que Tânia, no turno 159, faz a mesma relação sincrética com o acúmulo desordenado de palavras (átomos, elétrons, spins), sob o significado de uma palavra (campo magnético). Observa-se na explicação, a superprodução de conexões e a debilidade da abstração, comum no pensamento sincrético. Ou seja, o movimento dos elétrons, os átomos, e os spins, foram agrupados como partes integrantes na mesma operação prática (criação do campo magnético), para explicar o motivo da Terra ainda ser um ímã. Contudo, as impressões que a fizeram reunir átomos, elétrons e spins, em significados funcionais semelhantes, infere a formação de conceitos potenciais.

Katya, por sua vez, no turno 160, se prende ao elo (temperatura), que a conectou logicamente para explicar o porquê da Terra não ser mais um ímã. Tal elaboração é o que Vygotsky chama de Complexo em Cadeia, que consiste na junção dinâmica e consecutiva de elos isolados (um conceito anterior sobre o núcleo da Terra) numa única corrente, com a transmissão de significado de um elo para outro. O que nos permite inferir essa junção de elos, que para nós pode parecer desconexo, foi a frase: (... **dentro da Terra, todo mundo sabe que é muito quente**), que denota ser um conhecimento já internalizado, provavelmente da disciplina de Geografia, e não do que ela havia acabado de aprender.

Segundo Vygotsky (2000), nos complexos, a organização hierárquica está ausente, todos os atributos são funcionalmente iguais e a insuficiência das relações objetivas bem apreendidas confundem os elos subjetivos com elos reais entre as coisas. E, mais substancialmente,

(...) um complexo é, antes de mais nada, um agrupamento concreto de objetos unidos por ligações factuais. Uma vez que um complexo não é formado no plano do pensamento lógico abstrato, as ligações que o criam, assim como as que ele ajuda a criar, carecem de unidade lógica; podem ser de muitos tipos diferentes. Qualquer conexão factualmente presente pode levar a inclusão de um determinado elemento em um complexo. É esta a principal diferença entre um complexo e um conceito. (VYGOTSKY, 2000)

Embora, todas as estudantes sejam adolescentes, o pensamento por complexo é perceptível, indo ao encontro da afirmação de que na linguagem dos adultos ainda persistem alguns resíduos do pensamento por complexo e, portanto, apesar de ter coerência e objetividade não reflete as relações objetivas do mesmo modo que o pensamento conceitual.

Esclarecimentos: Retomada das questões que foram levantadas por Lara, Katya e Tânia

Como a professora/pesquisadora, percebeu que as dúvidas de Lara, Katya e Tânia, era dúvida geral e necessitava da inter-relação de conceitos, ela retoma pontos que julgou necessários para dirimir as dúvidas e confusões ainda presentes. Explicou novamente os conceitos de átomo, diferenciando elétrons, prótons e nêutrons. Caracterizou os movimentos que os elétrons realizam em torno do núcleo e de si mesmos, esclarecendo que spins não são partículas, mas uma denominação do elétron, quanto à realização de um movimento específico, ou seja, o movimento de rotação em torno do seu próprio eixo.

Nos turnos 162, 163 e 164, a mediação da professora/pesquisadora, permite que Katya chegue à resposta, além de demonstrar que o percurso para se chegar nessa resposta, envolveu outros conceitos.

Nos turnos, 168 ao 173 observa-se, na troca com a professora e nas respostas das alunas, a apropriação do conceito de desmagnetização. No turno 166, a aluna, embora saiba a resposta, tem dificuldade com os termos científicos (partículas radioativas ou radiações ionizantes) e o substitui por um termo que lhe é mais familiar (raios do Sol). Segundo Vygotsky (2000), tal fato é típico dessa idade de transição.

Episódio 4: Do conceito à experimentação. (Experimento de Oersted)

Foto 3 – Visualizando linhas de campo magnético gerado por corrente elétrica



Fonte: Do pesquisador

Conceitos trabalhados neste experimento: Propriedades dos ímãs, Linhas de Força e Campo Magnético gerado por corrente elétrica.

As trocas discursivas ocorridas nesse episódio são apresentadas a seguir.

(237) Yvan: Caraca “muleque”! Isso não é de Deus não!

(238) Dmitry: Você viu? O pozinho não grudou no fio. Por quê, professora?

(239) Professora: Vou te responder, Dmitry, mas com outra pergunta, pois quero que você se lembre do experimento com o ímã em barra e sobre as propriedades dos ímãs que estudamos naquele momento. Você se lembra, como ficaram as linhas de força ao redor dele? A maior concentração de

limalha de ferro, e não, pozinho, como vocês estão falando, nos polos, não pontas, e o que falamos sobre o formato circular das linhas de força? Primeiro, tentem se lembrar, e depois, explicarei. Agora vou ver se as meninas já terminaram, enquanto isso se ajudem, porque juntando um pouquinho do que cada um se lembrar, ficará mais fácil relembrem o que falamos na aula passada. Certo?

Neste momento a intenção da professora pesquisadora é dar oportunidade aos alunos de exercitarem a reflexão sobre os conceitos que já haviam estudados na atividade anterior, pois acredita ser, nestas discussões em grupo, um momento fecundo de indícios sobre como elaboram, operam e praticam o pensamento conceitual, propiciando, desse modo, a análise microgenética, nas particularidades contidas na fala de cada um deles.

(240) Dmitry: Mas lá “tava” diferente.

(241) Yuri: É que lá, tava encostado na folha e aqui não.

(242) Ygor: É...., Tá tudo apontando pro fio, igual como a gente fez com o ímã e ficou tudo em roda dele mesmo!

*(243) Dmitry: Sim, mas no “ímã de pedra”, a limalha de ferro..... **Yvan** Interrompendo, pergunta: Como é que você chamou aquele pó, mesmo? A professora disse que era limalha de ferro, responde **Dmitry**. Ela grudou mais nas duas “pontas”, lembra? Aqui tá “arrodando” o fio.*

Aqui observamos, que Dmitry, por já ter se apropriado do termo científico, limalha de ferro, faz o papel de mediador para o colega Yvan, mas ao mesmo tempo, quando se refere aos polos como “pontas”, demonstra que os termos científicos e seus significados conceituais ainda estão em desenvolvimento. Ele ainda está se familiarizando e, posteriormente, se apropriará desses novos termos.

(244) Ygor: Mas lá dava pra ver o polo norte e o polo sul. E aqui? Onde é o polo norte e o polo sul? No ímã “tava” fácil, tinha uma “ponta azul e uma ponta vermelha”.

Nessa fala também se observa uma tênue aplicação do conceito de polos, o que nos remete ao que Vygotsky (2000) nos esclarece que, embora opere com o nome como se fosse um conceito, define-o como um complexo, ao deixar claro que se baseava na concretude do objeto que manuseava, Ygor, oscila entre o conceito e o complexo, demonstrando o quão árdua é a transição do concreto para o abstrato e, geralmente, é só no final da adolescência que a aplicação de um conceito apreendido e formulado a um nível abstrato acontece.

(245) Dmitry: Eu lembro que tem um negócio de regra da mão.... O lado que corre a corrente... Lembram?

(246) Yvan: É..., tinha alguma coisa com os elétrons, né? Aqui tem “magnetita” igual no ímã de “pedra”. O que mesmo que ela falou das linhas?

(247) Dmitry: (risos). Não é magnetita, é magnetismo, maluco! Magnetita é a pedra que aquele pastor achou e que fez os outros ímãs. Das linhas eu só lembro que a professora disse que sai sempre de um polo para outro.

(248) Yuri: É mesmo, tinha sim, lembra quando a professora (pesquisadora), explicou quando ligou o fio na bateria? Ela disse que a corrente estava saindo da bateria e indo para o fio e colocou a mão... qual mão mesmo? Ah, não lembro, mas colocou a mão em volta do fio e disse que o dedão mostrava pra onde ia os elétrons, né.

Percebe-se nas falas dos estudantes, que os conceitos trabalhados nesse experimento, aparecem de forma desordenada e sem lógica aparente. Mas, se retornarmos ao referencial teórico, entenderemos o percurso e as ligações que estão usando para organizar o pensamento. Isto indica que esses conceitos ainda não estão consolidados e, embora descrevam o que estão vendo no experimento, ainda não conseguem explicar conceitualmente o que observam e nem usar adequadamente os termos científicos. E, mesmo assim, ocorrem mediações, como podemos observar, nos turnos 246 e 247, Dmitry, novamente mediando o termo correto Magnetismo, para seu colega Yvan.

Apesar de utilizarem o conceito certo na situação concreta (o experimento), os estudantes ainda apresentam dificuldade em elaborá-lo em palavras, o que demonstra, que as funções intelectuais que são partes essenciais no processo de formação de conceitos, embora em desenvolvimento, ainda não amadureceram.

Ao rever as gravações deste dia, nota-se, uma agitação maior dos estudantes e conseqüente falta de atenção, sendo necessária várias intervenções por parte da professora/pesquisadora, no sentido de chamar-lhes a atenção. Foi um dos dias em que eles tinham ensaio para a formatura, o que acredito ter contribuído para o baixo aproveitamento deste dia. Tal situação vem ao encontro ao pressuposto Vygotskyano, de que o desenvolvimento dos conceitos, ou dos significados das palavras, pressupõe o desenvolvimento de muitas funções intelectuais: atenção deliberada, memória lógica, abstração, e capacidade para comparar e diferenciar, o que, claramente nesta aula não foi observado devido as atenções estarem voltada à organização da festa de formatura. Por outro lado, pode também significar os avanços e retrocessos inerentes ao processo de formação de conceitos.

No entanto, o que poderia ser considerado desastroso, se olhado por outra perspectiva, é altamente frutífero, no que concerne à permanência deles em sala de aula, mesmo a despeito do que acontecia ao redor. Ou seja, mesmo tendo uma razão altamente atraente para eles abandonarem a aula, ainda assim, permaneceram até o fim da mesma concluindo o experimento proposto. Vale ressaltar aqui, que os conceitos que foram trabalhados neste dia, em virtude, da atipicidade do mesmo, necessariamente, foram discutidos na aula seguinte.

Episódio 5: Apropriação de conceitos. O grande salto no desenvolvimento que amplia a perspectiva conceitual.

Neste episódio, a professora/pesquisadora, trabalha os conceitos, anteriormente estudados, no desenrolar do experimento, de forma intencional,

para poder observar, se os alunos estão praticando conscientemente o pensamento conceitual ou se, ainda não têm “consciência clara da natureza dessas operações”. Para isto, as perguntas suscitadas, durante as atividades, foram fundamentais para responder à estas questões. Acreditamos residir nas perguntas, elementos e indícios significativos para compreendermos como são elaborados os conceitos no pensamento dos alunos.

Conceitos trabalhados neste experimento: **Campo magnético e linhas de indução magnética de um ímã em barra, intensidade e direção do campo.**

Também foi abordado nesta aula, campo magnético terrestre e as auroras polares. Estas últimas serão mostradas através de um vídeo que mostra diversas auroras polares, tanto, a aurora Boreal do polo Norte quanto a Aurora Austral, do polo Sul.

E para iniciar a explicação sobre o campo magnético terrestre e sua importância na existência da vida na Terra como a conhecemos, a professora/pesquisadora, pergunta se alguém sabe por que são tão coloridas. E todos disseram não saber. Ela explica, que esse fenomenal espetáculo de luzes e cores, é na verdade um evento inerente ao campo visual, próprio do espaço polar de nosso Planeta, embora não se limite apenas à Terra, ocorrendo também em Júpiter, Saturno, Marte e Vênus. Ele acontece em virtude do choque produzido por partículas de vento solar no perímetro magnético terrestre.

A Aurora Polar da Terra é desencadeada pela manifestação de elétrons portadores de uma carga energética equivalente a um espectro que vai de um a quinze keV, somados a prótons e partículas alfa, e a luz emerge justamente quando eles se chocam com os átomos do espaço no qual respiramos, principalmente com fragmentos de oxigênio e nitrogênio, normalmente em altitudes que variam entre 80 e 150 km. Processa-se então um fenômeno de ionização, dissociação e estimulação de partículas. (Santana Ana Lucia).

A seguir, a professora pesquisadora exhibe um vídeo que mostra o experimento que iremos realizar. Link do vídeo: Demonstração das linhas de um campo magnético (<https://youtu.be/Ln4JkbQI00Y>)

Foto 4: Experimento: Observação das linhas de indução do campo magnético e sua orientação, utilizando uma folha sulfite, 2 ímãs e limalha de ferro.



Fonte: Do pesquisador.

Neste experimento, os alunos, orientados pela professora/pesquisadora, colocaram sobre a mesa um ímã em barra e sobre ele, uma folha de sulfite na qual derramaram limalha de ferro, para observarem as linhas de indução magnética que já existe ao redor de qualquer ímã, mas que agora poderiam ser visualizadas.

Após realizarem o experimento, em que todos visualizaram as linhas de indução, a professora, para iniciar os questionamentos, lança a seguinte pergunta: **Sabem porque a limalha está mais concentrada nos polos do ímã?**

As questões e discussões que se seguiram, após o experimento, podem ser acompanhadas no diálogo abaixo.

(249) Dimitri: Na outra aula, quando a senhora explicou sobre os polos dos ímãs, eu lembro que era porque é onde ele é mais magnético.

(250) Nadya: É isso mesmo, eu lembro que a senhora mostrou no ímã vermelho e azul que se a gente fosse do polo para o meio, não ia ter mais atração.

(251) Yuri: *Se as linhas estão mais concentradas no polo, é porque é aí que está mais forte o magnetismo do ímã.*

(252) Katya: *É verdade! E quando a gente fez com os dois ímãs, primeiro longe e depois perto, deu pra ver que no meio deles as linhas eram bem fraquinhas quando estavam longe, e quando aproximava dava pra gente ver direitinho elas, mesmo em um só, quanto mais longe, menos eles se atraem. A gente nem consegue ver direito essas linhas aqui na ponta.*

(253) Professora: *Muito bem! O campo magnético é a região do espaço na qual um ímã manifesta sua ação. As linhas de indução ou linhas de campo de indução magnético, são uma simples representação gráfica da orientação do vetor campo magnético em certa região do espaço. Em qual direção elas estão saindo?*

(254) Lara: *Essa eu lembro. A senhora disse que sai do polo Norte para o polo Sul.*

(255) Tânia: *Eu também sei disso, só que não dá pra ver se sai de um polo ou do outro. Por que mesmo é que sai do polo Norte, professora?*

(256) Professora: *Primeiro quero dizer que estou muito orgulhosa de vocês. Estão mostrando que prestaram atenção nas aulas anteriores e agora está mais fácil responder, não é mesmo?*

(257) Yuri: *Deu mais curiosidade depois da aula e eu fui pesquisar sobre ímã. É muito massa! Mas também tem umas coisas complicadas, que eu não entendi nada. Um monte de números e fórmula, e em vez de falar o nome da coisa eles põe aquelas letras. Umas letras estranhas! Mas é massa! Massa!*

(258) Professora: *Não se preocupe Yuri, esses números e letras “estranhas”, são as fórmulas para explicar matematicamente todos os fenômenos ligados ao eletromagnetismo. Que graças aos grandes cientistas, como Petrus Peregrinus, que evidenciou pela primeira vez os polos dos ímãs, Willian Gilbert, chamado pai do magnetismo por ter sistematizado os experimentos e publicado na obra De Magnet, Hans Christian Oersted, que comprovou a relação entre o magnetismo e eletricidade, unificando essas ciências no eletromagnetismo, Faraday que descobriu a indução magnética, Maxwel que juntou todo esse conhecimento, resumindo-os nas famosas quatro equações de Maxwel, entre tantos outros, que permitiram o desenvolvimento tecnológico até os dias atuais. Bem, voltemos à sua pergunta Tânia. Dizemos que sai do*

polo Norte, porque, convencionou-se dizer que as linhas saem do ímã pelo polo Norte e entram no ímã pelo polo Sul, formando assim um circuito fechado.

(259) Tânia: É, parece mesmo que faz um círculo quando a gente aproxima os dois ímãs. Parece que sai daqui... Ué! Como vou saber se este é o polo Norte ou polo Sul?

(259) Professora: No caso deste aqui, não há dificuldades, pois está colorido para facilitar. O azul indica o Norte. Mas de qualquer forma, temos a bússola aqui, para verificarmos isto.

(260) Tânia: Como?

(261) Professora: A agulha da bússola aponta para que polo da Terra?

(262) Todos: Polo Norte.

(263) Professora: Sabendo isto, é só apontar qualquer um dos polos do ímã e ver o que acontece com a agulha e saberemos qual polo será.

(264) Tânia: É mesmo!

(265) Professora: Por último gostaria que vocês comentassem as diferentes configurações que as linhas formaram ao colocarmos os ímãs emparelhados com o polo Norte de um com o polo Norte do outro e depois com os polos Sul e Norte confrontados.

(266) Dimitri: Essa tá fácil, hein, professora. Quando as linhas pareciam um círculo, é porque eram polos contrário e aí se atraíram e o outro se ... (Yuri: Repeliu). É isso! Aí ficou parecendo que as linhas, no meio deles, estavam achatadas. Mas, como a senhora já disse, elas servem para mostrar o que não vemos, o campo magnético, né! É igual a linha imaginária do equador.

(267) Professora: Muito bem! Polos iguais se repelem e polos contrários se atraem. E agora se vocês não tiverem mais dúvidas, vamos assistir um vídeo com várias Auroras e depois podemos ir. Ok.

(268) Lara: Ué, professora, tá cansada? A senhora não vai fazer aquele resumão que faz toda vez?

(269) Professora: Hoje não, pois fui fazendo durante as explicações. Além do mais, hoje o rendimento de vocês superou as expectativas. Vamos ao espetáculo das Auroras Polares! Link do vídeo: Aurora Borealis Full [Hd] Video - Vangelis - Rachel's Song - Northern Lights- Blade Runner theme (<https://youtu.be/aa5Lc6BXIFA>)

A análise que fazemos deste episódio é concisa. Sendo ele eleito por nós, como o salto evolutivo na formação de conceitos. O despertar do desejo da busca do conhecimento como observado no turno 257, o uso dos termos corretos, a relação do mesmo conceito usado em outra área e somado ao episódio 6, podemos observar as generalizações que já são capazes de fazer em suas explicações. Esses são indícios promissores quanto à assertiva desta sequência de ensino. Embora, uma das alunas mostre mais dificuldade em assimilar o conceito, creio que a dificuldade não se deva ao seu nível de desenvolvimento cognitivo, mas à falta de atenção às aulas, gerando comentários a respeito, que podem ser observados nos turnos 162 a 165 do episódio 3.

Esses saltos qualitativos de um nível de conhecimento para outro, implica também, em um nível maior de generalizações que foi um crescente, analisando-se os episódios e ressaltados os retrocessos que fazem parte do ensino aprendizagem

Episódio 6: Do Magnetismo ao Eletromagnetismo. Da abstração à Generalização.

Nesta aula a professora/pesquisadora, embora tenha preparado slides mostrando as consequências que o consumismo acarreta para nosso planeta, deu preferência, aos relatos dos alunos, em relação à própria vivência, na cultura de consumo.

Sabendo ser os adolescentes, o alvo, o objetivo desta aula é sondar se os alunos compreendem os prós e contras oriundos das descobertas e avanços tecnológicos que temos acesso.

Escolhemos a televisão, por estar presente, em praticamente, todos os lares, como o invento tecnológico, que mais influencia comportamentos e o consumo. E mais especificamente, o objetivo desta abordagem, é verificar como as propagandas influenciam no consumismo nos adolescentes.

Pesquisas apontam que um grande grupo de consumistas são os adolescentes. Não só produtos, mas de modelos de comportamento social. Além de se deixarem levar muito fácil pelas propagandas, eles sentem

necessidade de se adequarem a um modelo, que nem sempre é o melhor para ele. Têm a mania de sempre querer algo novo ou o que está na moda.

A propaganda pode deixar um produto muito mais famoso, por isso esse recurso é usado para a divulgação de determinados produtos. Mas, não mostram que qualquer produto para ser produzido, retira da natureza a matéria prima e a consequência de tudo isso, é muitas vezes, desastroso para a natureza. Nós somos parte da natureza.

Para iniciar as discussões, a professora/pesquisadora, explica que o vídeo que assistirão servirá como um alerta para que eles não se deixem manipular pelas propagandas. O vídeo, originalmente em espanhol, foi legendado por nós, para facilitar o entendimento. O link, <http://www.youtube.com/watch?v=mNQ6Ds905Cw>, disponibiliza o original.

Antes de exibir o vídeo, sobre propagandas dirigidas especialmente aos adolescentes, a professora/ pesquisadora, lança a seguinte pergunta. (Foto 5)

Quem de vocês já foi influenciado a comprar algo que não era necessário, mas a propaganda convenceu que você não podia mais viver sem aquele produto?

Foto 5 – aula/debate – propaganda x consumismo



Fonte: Do pesquisador.

As respostas estão delineadas no diálogo a seguir:

(270) Lara: *Eu. Com este celular. Mas, não porque me convenceu que eu não podia mais viver sem ele. Eu quis ele, porque ele é mais avançado, tem mais aplicativos, essas coisas.*

(271) Tânia: *Eu também! Uma vez eu comprei uma sandália com o número menor, não tinha mais o meu número em nenhuma loja. Eu era criança, mas convenci minha mãe a comprar e todas as meninas da minha idade tinham uma, Ela era de plástico que combinava com a bolsinha.*

(272) Olga: *Eu não, mas minha mãe não pode ver propaganda de remédio pra emagrecer, que lá vai ela comprar. E continua gorda! (risos)*

(273) Nadya: *Ah, Eu gosto de estar na moda. Não vejo nada de mal, querer coisas melhores pra você.*

(274) Professora: *Aí é que está! Quem que te leva a pensar que isto ou aquilo é o melhor?*

(275) Nadya: *Ninguém me convence de nada, não. O que é bonito, a gente gosta de ter.*

(276) Professora: *Vocês sabiam que o conceito de bonito ou modelo de beleza é ditado por interesses comerciais. Isto é tão sério, que tem leis protegendo crianças e adolescentes contra as propagandas. Bem agora eu gostaria de ouvir a opinião de vocês meninos, estão tão quietos. Vocês já se deixaram levar por uma propaganda?*

(277) Yuri: *Eu tô de castigo por causa disso. Gastei tanto com joguinho no computador, que quase levei uma surra. Fiquei um mês sem computador. (risos).*

(278) Dimitri: *Eu tô doido por um celular novo. (risos)*

(279) Professora: *Vamos conversar mais sobre isso depois de assistir o vídeo que trouxe para nós assistirmos, discutirmos e refletirmos.*

Como podemos observar no diálogo acima, os alunos não têm consciência do poder de manipulação que as propagandas exercem sobre as pessoas. Levam mais na brincadeira e não conseguem ter uma visão clara, sobre as mudanças que os avanços tecnológicos representam na vida de toda a sociedade. E, portanto, deve ela, a sociedade, observar com criticidade, os impactos que um ou outro aparato tecnológico traz para a vida no planeta.

Segue abaixo, o diálogo, gerado após assistirmos o vídeo.

(280) Professora: Não é à toa, que em 2014, o Conselho Nacional dos Direitos da Criança e do Adolescente (Conanda), publica uma resolução aprovada que declara como abusiva, portanto ilegal, toda forma de direcionamento de publicidade e comunicação mercadológica à criança e ao adolescente com a intenção de persuadi-los para o consumo de qualquer produto ou serviço.

(281) Dimitri: Minha mãe é tão viciada em tv que nem come com a gente. Ela come na sala vendo tv.

(282) Olga: É, sinistro! Sabe uma coisa que lembrei vendo o vídeo? Da propaganda da coca cola que mostra uma mãe, como a melhor mãe do mundo porque não deixa faltar coca cola em casa. Eu ficava tirando da minha mãe, dizendo que ela não era boa pois não gosta que eu tome coca.

(283) Yrina: É, nem tudo que aparece na tv, a gente tem que ter.

(284) Yuri: Meu pai viu a propaganda duma “bagaça”, de fazer exercício e comprou. Tá lá encostada, acho que ele usou duas vezes, só. Aí, vai ficar lá encostada até virar lixo..

(285) Professora: Parece inofensivo, mas como vocês estão vendo, as propagandas são manipuladoras, enganadoras e com um poder de convencimento incrível. E a televisão é um veículo perfeito de manipulação em massa. E no meu entender ela também é mais nociva, quando usada sem critérios. Diferentemente, dos outros equipamentos, na maioria das vezes, fica na sala, e quando ligada, mesmo quem não está, ouve tudo por tabela. Conheço gente que passa até doze horas assistindo televisão. Não sou contra assistir, tv, mas precisamos pensar por nossa cabeça, e, só alcançamos isto se pararmos para refletir, sobre o que vemos e ouvimos para não sermos manipulados. Não sou contra o consumo, sou contra a manipulação que leva ao consumismo, esse sim, muito prejudicial à vida. O consumismo tem atualmente, a artimanha de agregar valor ao indivíduo. Inverte valores, valorizando o ter em vez do ser. Isso contribui com a desigualdade social. Vocês acreditam que somente 20% da população mundial consome 80% dos recursos naturais. Só que vivemos todos no mesmo planeta, e desse consumismo o que eles deixam para os 80% restantes da população, são as consequências negativas oriundas desse consumismo. Refletir, é fundamental para o consumo consciente. Pequenas mudanças em nossos hábitos se tornam grandes. Não se deixar influenciar pelas propagandas e comprar apenas o necessário, evitar o desperdício de água, luz, alimentos e ao decidir comprar

um produto, verificar se seu fabricante tem consciência ambiental, já é um começo.

(286) Dimitri: Até porque, as coisas não vão parar de ser inventada, nem as pessoas vão parar de nascer. A Terra não vai aumentar igual ao balão, onde vai parar tudo que a gente usa, né!

(287) Yuri: Verdade. Se a gente ficar consumindo, consumindo. O lixo só vai aumentando. A senhora falou que cada coisa que inventam, mais tiram da natureza e aí a Terra vai esquentando cada vez mais, chega um dia que não vai mais dar pra viver nela.

(288) Yrina: Se aquele cientista lá, o Oster... Como era o nome dele mesmo, professora? [Professora: Oersted] então, esse mesmo! Se ele não tivesse inventado, esse negócio, de eletromagnetismo, não ia tanto dessas coisas pra juntar mais lixo e nem a TV fazendo a gente querer as coisas.

(289) Professora: O conhecimento traz responsabilidades. Portanto, significa que temos que ser consumidores conscientes. E, para isso, precisamos do conhecimento, não dá pra ser uma coisa sem a outra. Não devemos ir aceitando tudo que nos impõe, mas sim conhecer o que é bom e necessário. É preciso olhar de forma criteriosa para tudo nesta vida.

No diálogo acima, podemos verificar uma outra postura dos alunos quanto a influência, que a tecnologia tem em nossa vida. No caso em questão, da propaganda que chega à nós através da televisão.

No turno, 219, ao dizer: *“Minha mãe é tão viciada em tv que nem come com a gente. Ela come na sala vendo TV. ”*, nos evidencia um outro aspecto dessa influência, a influência nas relações familiares, nem sempre perceptíveis. E que no caso deste estudo, não cabe análise.

Nas comparações, julgamentos e conclusões contidas na fala de Dimitry, *“Até porque, as coisas não vão parar de ser inventada, nem as pessoas vão parar de nascer. A Terra não vai aumentar igual ao balão, onde vai parar tudo que a gente usa, né!”* E, na fala, de Yuri, *“Verdade. Se a gente ficar consumindo, consumindo, tudo que aparece nas propagandas, o lixo só vai aumentando. A senhora falou que cada coisa que inventam, mais tiram da natureza e aí a Terra vai esquentando cada vez mais, chega um dia que não*

vai mais dar pra viver nela”, Podemos notar as mudanças no desenvolvimento da estrutura de generalização, indicando níveis mais elevados de generalidade.

Já, nesta fala de Yrina no turno 226: “Se aquele cientista lá, o Oster... Como era o nome dele mesmo, professora? [Professora: Oersted] então, esse mesmo! Se ele não tivesse inventado, esse negócio, de eletromagnetismo, não ia ter tanto dessas coisas pra juntar mais lixo e nem a TV pra passar as propagandas fazendo a gente querer as coisas.”, mesmo de um jeito, não adequado, ela consegue elaborar um pensamento mais generalizado ao relacionar o eletromagnetismo, a TV, a propaganda e o consumismo, indicando que as estruturas de generalização estão num processo evolutivo, muito embora, não tenha ainda assimilado que a responsabilidade ambiental é de todos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A despeito do momento pouco propício para o desenvolvimento desta pesquisa (fim de semestre, parte dos alunos já em férias, outros em recuperação, troca de professores, escola em reforma, a maioria dos alunos envolvidos nos preparativos de formatura e, para fechar, no último dia de aula a escola fica sem energia por conta de uma árvore que caiu nos fios de alta tensão), os resultados que aparecem permite-nos inferir, levando em conta as falas, a participação, as discussões e o questionário, partes integrantes e fundamentais para a realização da metodologia apresentada na sequência de ensino, que o saldo foi positivo, principalmente se levarmos em conta o quinto encontro. Este encontro foi tão proveitoso, que nos atrevemos, considera-lo como o validador do objetivo desta pesquisa. O avanço conceitual apresentado por todos foi deveras significativo.

Conforme análise, consideramos que o objetivo de promover em alunos do 9º ano do ensino fundamental, a aprendizagem/apropriação dos princípios básicos do eletromagnetismo, abordando o Magnetismo e os conceitos a ele relacionados, e, também, suas implicações tecnológicas e sociais, elaborada com base nos pressupostos da Teoria Histórico Cultural de Vygotsky, conforme proposta na sequência de ensino desta pesquisa foi alcançado. Se observarmos o percurso e o grande salto observado em todo episódio 5, podemos considera-la, um contributo a mais para o avanço no desenvolvimento cognitivo do aluno.

Consideramos que a investigação realizada neste trabalho não só permitiu um novo olhar para os alunos, pelo modo que se envolveram e dispuseram a participar da mesma, alcançando resultados significativos quanto à formação conceitual, como também, perceber-nos mediadora, em uma troca mútua de informações, que permitiram um diálogo claro e acessível de ambas as partes, o que foi essencial, para o desenvolvimento da mesma.

A dificuldade que os alunos demonstram para se apropriarem, inclusive dos termos científicos, nos faz acreditar ser de fundamental importância, incluir os conteúdos abordados na sequência de ensino já a partir do nono ano do Ensino Fundamental. Isso vem ao encontro com a preocupação já levantada, anteriormente, nesta proposta. E se levarmos em conta a elaboração conceitual, a situação se torna mais grave ainda, no que diz respeito aos conceitos mais complexos relativos ao Eletromagnetismo, que faz parte da ementa curricular para o primeiro ano do Ensino Médio. Acredito que abordando estes conceitos básicos, inclusive a partir do nono ano do Ensino Fundamental, poderá contribuir para diminuir o que tem sido apontado nas pesquisas, como por exemplo, alunos odiando física, baixo rendimento escolar, reprovação, alto índice de desistência, diretamente relacionada às dificuldades oriundas desta disciplina. As pesquisas também apontam o acúmulo de conteúdo e o pouco tempo para desenvolvê-los, como responsáveis por não se respeitar o tempo de elaboração individual, o que resulta em rendimentos tão desiguais em nossas escolas.

Contudo, a dificuldade apresentada pelos alunos em relação aos conceitos de magnetismo, evidenciando, desconhecimento dos princípios básicos que antecedem o conceito do Eletromagnetismo, que faz parte da ementa do ensino básico, pudesse ser considerada um ponto negativo da pesquisa, ela é positiva, levando-se em conta, o processo de ensino e aprendizagem no qual a professora/pesquisadora se orientou, baseado no referencial teórico vygotskiano, que diz que na escola o conhecimento deve ser construído, tomando como ponto de partida o nível de desenvolvimento do aluno, num dado momento e com sua relação a um determinado conteúdo a ser desenvolvido, devendo considerar à faixa etária e o nível de conhecimento e habilidade dos sujeitos. Sendo que o percurso seguido nesse processo deva ser demarcado pelas possibilidades dos indivíduos, ou seja, pelo seu nível de desenvolvimento potencial, que através da mediação o professor deve perceber e, nesse momento, se adiantar ao desenvolvimento e assim, promover o aprendizado, resultando em saltos de aprendizagem e desenvolvimento. Esses saltos, proporcionam um grande prazer nos alunos

além de incentivá-los à busca do conhecimento, como pode ser observado na fala de Yuri no episódio 5 no turno 194, [*“Deu mais curiosidade depois da aula e eu fui pesquisar sobre ímã. É muito massa! Mas também tem umas coisas complicadas, que eu não entendi nada. Um monte de números e fórmula, e em vez de falar o nome da coisa eles põe aquelas letras. Umas letras estranhas! Mas, é massa, massa!”*], o entusiasmo demonstrado em sua fala, indica a importância e a necessidade de se incluir já no ensino fundamental esse conteúdo, que por nós constatado, tem sido negligenciado nesse nível educacional, para que eles não cheguem ao ensino médio, desconhecendo completamente o que foi apresentado e desenvolvido com eles, nesta sequência de ensino.

Finalmente, podemos concluir que a utilização desta sequência didática abordando Magnetismo e os conceitos a ele relacionados, e, também, suas implicações tecnológicas e sociais, elaborada com base nos pressupostos da Teoria Histórico Cultural de Vygotsky, foi bem recebida pelos estudantes e os resultados de aprendizagem obtidos forneceram indícios que nos permite considerá-la aplicável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: ciências**/Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF.1998. 156p.

CAMARGO.W. R. R. de PAVÃO. Prof. R. C. B. C.C.: Máquinas Elétricas: FATEC Tatuí.

CUDMANI C. De, L. y FONTDEVILA, P.A. **Concepciones Previas en el Aprendizaje Significativo del Electromagnetismo**. Periódico: INVESTIGACIÓN Y EXPERIENCIAS DIDÁCTICAS. Instituto de Física, Universidad Nacional de Tucumán. 1990.

CRUZ, S. M. S. C.; ZYLBERSZTAJN, A. **O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a aprendizagem centrada em eventos**. In: PIETROCOLA, M. (Org.). Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001. p. 171-96.

E-FÍSICA. Disponível em: <<http://efisica.if.usp.br/eletricidade/básico>>. Acesso em: 27 Mar. 2015.

FERRARI, M. **REVISTA NOVA ESCOLA**. 2008 disponível em: <<http://revistaescola.abril.com.br/formacao/lev-vygotsky-teorico-423354.shtml?page=3#>> Acessado em 14 dez 2015.

FERRAZ, A. **A Responsabilidade Social como Estratégia Empresarial de Desenvolvimento**. Marília: Universidade de Marília, 2007.

FERRAZ NETTO, L. **Teoria Elementar do Magnetismo**. Disponível em: <http://www.feiradeciencias.com.br/sala13/13T01.asp> Acesso em: 27 Mar. 2015.

FOUREZ, G. (1937). A construção das ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências/ Gerard Fourez; tradução de Luiz Paulo Rouanet.- p. 222 São

Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995.- (Biblioteca básica)
Acessado em 20 de março de 2015. Disponível em:
<https://books.google.com.br/books?id=1_67UeNoxvQC&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q=cidad%C3%A3o%20compreender&f=false>

GOEKING, Weruska. **O descobrimento e o valor do eletromagnetismo**.
Revista Eletrônica: O SETOR ELÉTRICO. Edição 54. Atitude Editorial, 2010.
Acessado em: 22 de junho de 2015. Disponível em:
<<http://www.osetoreletrico.com.br/web/component/content/article/57-artigos-e-materias/409-o-descobrimto-e-o-valor-do-eletromagnetismo.html>>.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos da Física: Eletromagnetismo**. Tradução e revisão técnica Ronaldo Sérgio de Biasi. 8ª. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S/A (LTC), v. 3, 2009.

HEWITT Paul G. **Física Conceitual**. 9ª ed., p.696. 2002. BOOKMAN COMPANHIA EDITORA divisão da ARTMED EDITORA S.A. Porto Alegre, RS.

IVIC, Ivan. **Lev Semionovich Vygotsky**. Coleção Educadores MEC / Ivan Ivic; Trad. Edgar Pereira Coelho (org.) – Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2010. Acessado em 27 dez 2015. Disponível em:
<<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me4685.pdf>>

KNOBEL, Marcelo. **Aplicações do magnetismo**. Revista CH / Revista CH – 2005. Publicado em 01/05/2005. Atualizado em 25/09/2009. Disponível em:
<<http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/revista-ch-2005/215/aplicacoes-do-magnetismo>>. Acessado em: 18 de junho/2014.

LÜDKE, Menga e ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MORTIMER, E. F. SANTOS, W. L. P. dos, Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira Inst. de Física, UnB. Fac. de Educação, UFMG. ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências. Volume 02 / Número 2 – Dezembro, 2002

OLIVEIRA, Marta Kohl - ***Vygotsky aprendizado e desenvolvimento um processo sócio-histórico***.pdf. Acessado em 19 de dez 2015. Disponível em: <<https://docs.google.com/file/d/0BwSkfHMQvCWuU2RsVTVZUFJ6MGF5VFdlXzNBdDVwRUcxd0Zj/edit?pli=1>>

PAZ, A. M. Atividades Experimentais e Informatizadas: ***Contribuições para o ensino de Eletromagnetismo***. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica. Florianópolis, 2007.

PIRES, C. F. J. S.; FERRARI, P. C.; QUEIROZ, J. R. O. ***A tecnologia do motor elétrico para o ensino de Eletromagnetismo numa abordagem problematizadora***. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia. v. 6, n.3, 2013.

RICARDO, E. C. FÍSICA. MEC.FÍS..doc. 2004. Acessado em 21 de março de 2015. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/08Fisica.pdf>

SANTANA. Ana Lucia, Info Escola – Navegando e aprendendo. acessado em: 23/07/2015. <<http://www.infoescola.com/fenomenos-opticos/aurora-boreal/>>

SILVA, D. S. S. A versatilidade da bobina de tesla na prática docente do ensino do eletromagnetismo. Monografia (Graduação) – Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia, Curso de Física, Fortaleza, 2012. Acessado em 10 de maio de 2016. Disponível em: http://www.uece.br/fisica/index.php/arquivos/doc_view/138-a-versatilidade-da-bobina-de-tesla-na-pratica-docente-do-ensino-de-isica

SILVA, L. H. de A. *Modos de Mediação de um formador de área científica específica na construção docente de futuros professores de ciências biológicas*. Tese (Doutorado) -Universidade Metodista de Piracicaba. Faculdade de Ciências Humanas. Piracicaba/ São Paulo. 2004.

SILVA, L.H.A. ***A Perspectiva Histórico-Cultural do Desenvolvimento Humano: Ideias para estudo e Investigação do Desenvolvimento dos Processos Cognitivos em Ciências***. In GULLICH, R.I.C. (org.). *Didática da Ciências*. Curitiba: Prismas, p.11- 35, 2013.

SILVA, L.H.A. SCHNETZLER, R. P. ***A mediação pedagógica em uma disciplina científica como referência formativa para a docência de futuros professores de biologia***. *Ciência & Educação*, v. 12, n. 1, p.60, 2006.

RABELLO, E.T. e PASSOS, J. S. ***Vygotsky e o desenvolvimento humano***. Disponível em <<http://www.josesilveira.com>> Acesso em 22.12.15.

VYGOTSKY, L.S. (2005). *Pensamento e Linguagem*/ L. S. Vygotsky: tradução Jefferson Luiz Camargo: revisão técnica José Cipolla Neto. – 2ª ed. – São Paulo: Martins Fontes, 1998. – (Psicologia e pedagogia). 3ª tiragem, 2000.

WOBRICH. A. R. ***O Ensino de Eletromagnetismo Utilizando de Atividades Experimentais***. Florianópolis (SC). Abril — 2001.

_____ALECRIM Emerson. Tipos de telas: LCD, Plasma, OLED e AMOLED - INFO WESTER: Emerson Alecrim - Publicado em 23_09_2011 - Atualizado em 07_03_2014 <http://www.infowester.com/lcd_plasma_oled.php> Acesso em: 14/jun/2016.

_____ASTORE, Lucas. Painel Elétrico – Tipos de Televisões. PET Engenharia Elétrica. Publicado em 28 março de 2016. Disponível em: <<http://www.peteletricaufes.com/#!/Tiposdetelevis%C3%B5es/c1aip/56d882660cf249e9dfd11393>> Acesso em : 05/ jun/ 2016.

APÊNDICES

Apêndice A – Texto: Primeiros estudos para entender o Magnetismo.

A primeira e mais importante tentativa experimental de entender o magnetismo, foi devida a Pierre Pelerin de Maricourt (1240-?) também conhecido como Petrus Peregrinus, que escreveu o mais antigo tratado de física experimental em 1269. Este fez experiências com uma magnetita esférica, colocando pedaços de ímã em várias regiões, traçou as linhas de campo magnético que se interceptavam em dois pontos.

Estes pontos foram chamados de polos do ímã, como analogia aos polos (geográficos) da Terra, sendo que o polo sul de um ímã aponta aproximadamente para o polo norte do planeta.

Petrus Peregrinus inovou ao teorizar os fatos observados por meio de experimentos, registrando-os em sua “Epistola de Magnete”. Embora citado e elogiado por Roger Bacon, ele foi ignorado na Europa, até que o astrônomo William Gilbert se referiu a ele em seu trabalho De Magnete em 1600.

Dos filósofos naturais que estudaram magnetismo, o mais famoso e William Gilbert de Colchester (1544 – 1603), chamado de “Pai do Magnetismo”, pois sistematizou as especulações sobre o assunto.

Vinte anos afrente de Sir Francis Bacon, foi um firme defensor do que nós chamamos hoje de método experimental. De Magnete foi sua obra-prima, dezessete anos do seu trabalho registrado, contendo todos os seus resultados.

Nesta foi reunido todo o conhecimento sobre magnetismo digno de confiança de seu tempo, junto com suas maiores contribuições. Entre outros experimentos, foram reproduzidos aqueles executados três séculos antes por Peregrinus com a magnetita esférica que foi chamada de terrella (pequena terra), pois Gilbert a idealizou como sendo um modelo atual da Terra e assim foi o primeiro a afirmar que a Terra é um ímã, ou seja, possui um campo magnético próprio.

Bibliografia

BACHA. Maria de Lourdes; Vannucci. João. A “Epistola de Magnete”, de Petrus Peregrinus: experimento, técnica e tecnologia na construção de instrumentos magnéticos. Anais Eletrônicos do 14º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia – 14º SNHCT

Apêndice B – Texto: O Descobrimiento e o valor do Eletromagnetismo

A união das ciências

Após séculos de estudos e pesquisas separados, a ligação entre magnetismo e eletricidade foi finalmente encontrada. O feito se deve ao professor dinamarquês da Universidade de Copenhague, Hans Christian Oersted, que, em 1819, observou que a agulha de uma bússola – ao se aproximar de uma corrente elétrica – mudava sua direção.

Hans Christian Oersted foi o primeiro pesquisador a observar a conexão entre eletricidade e magnetismo.

HANS CHRISTIAN OERSTED FOI O PRIMEIRO PESQUISADOR A OBSERVAR A CONEXÃO ENTRE ELETRICIDADE E MAGNETISMO.

Se a agulha magnética da bússola é guiada por um campo magnético, somente a existência de um campo como esse na corrente elétrica explicaria o fato. Assim, Oersted constatou que os dois fenômenos não são independentes, mas que um está no outro. Assim, nasceu o eletromagnetismo, que une as duas ciências que antes existiam isoladamente. A percepção da existência do eletromagnetismo levou ao desenvolvimento de transformadores, motores e geradores elétricos e até mesmo da comunicação sem fio.

A partir disso, os cientistas tiveram maior embasamento para desenvolver seus estudos, levando a novas invenções e a consequente evolução das tecnologias. Um exemplo disso foi André-Marie Ampère que, fascinado com a descoberta de Oersted, criou a eletrodinâmica, que é o estudo da energia elétrica em movimento.

A importância de Faraday

A essa altura, todos os cientistas que estudavam eletricidade e magnetismo sabiam que a corrente elétrica produzia campo magnético. Mas e o inverso? A questão foi respondida exatamente no dia 29 de agosto de 1831 pelo físico e químico inglês, Michael Faraday. Contudo, foi um longo caminho até a solução do mistério.

O futuro pesquisador teve uma infância difícil e começou a trabalhar já aos 13 anos como auxiliar em uma livraria. O contato com os livros de ciência despertou a curiosidade do garoto que até então sabia apenas ler e escrever, mas aprendeu ciência lendo todos os livros que foram permitidos em seu trabalho.

Apesar do interesse, Faraday não havia realizado nenhum experimento até saber da descoberta de Oersted. Dessa forma, a partir de 1820, Faraday – assim como, diversos outros cientistas de sua época – entrou em contato com o eletromagnetismo. Seu conhecimento mais aprofundado sobre o fenômeno teve início quando se tornou assistente do professor, químico inglês e presidente do Royal Society, Humphry Davy.

Faraday registrou em um caderno todas as experiências relacionadas ao eletromagnetismo realizadas por Davy e as informações dadas por seu tutor em conferências durante sete anos. Seu trabalho em conjunto com Davy no Royal Society levou o editor da Revista *Annals of Philosophy* – importante publicação da época – a convidá-lo a escrever sobre o novo campo de pesquisas eletromagnéticas.

Para redigir seu artigo, Faraday reproduziu várias experiências que conheceu por meio de livros, dando novas interpretações aos resultados. Foi assim que o cientista conseguiu entender melhor a experiência de Oersted e deu início a novos trabalhos usando fios condutores de energia e ímãs. O resultado foi a obtenção de rotações desses materiais, ou seja, a transformação de eletricidade em energia mecânica.

A descoberta fez com que Faraday conseguisse o respeito da comunidade científica. Ele chegou a trocar correspondências com Ampère sobre as pesquisas que ambos realizavam e suceder Davy na superintendência do Royal Society. “Faraday era extremamente pobre e se tornou o cientista mais importante de sua época”, acrescenta o professor José Roberto Cardoso.

Em 28 de dezembro de 1824, ele fez uma experiência que iniciou seu caminho para a descoberta da indução magnética. O objetivo do estudo era verificar se os ímãs teriam algum efeito sobre correntes elétricas, já que o contrário já havia sido comprovado por Oersted. Para isso, colocou um ímã em

um solenóide ligado aos polos de uma bateria, mas, infelizmente, não foi dessa vez que Faraday conseguiu observar algum fenômeno.

O fracasso experimental foi repetido nos anos subsequentes até que, em 29 de agosto de 1831, ele conseguiu observar a formação de uma corrente elétrica a partir de outra corrente. Meses depois, em 17 de outubro, Faraday conseguiu obter eletricidade por meio de uma variação em um campo magnético e conseguiu mais um feito: esse seria o embrião da criação do gerador, o dínamo.

Com isso, Faraday inventou a chamada “lei de indução eletromagnética” ou “lei de Faraday-Neumann-Lenz”, que levou ao desenvolvimento do transformador. Em uma tradução simples, a lei seria a seguinte: “o sentido da força eletromotriz induzida é aquele que tende a se opor à variação do fluxo magnético através da espira”. Segundo o professor Cardoso, “a engenharia elétrica propriamente dita começou a partir disso”.

Naquele mesmo ano, Faraday anunciou a criação da lei de indução eletromagnética, mas ela não foi divulgada sob a forma de uma equação, como se apresenta hoje. Isso só aconteceu com a descrição das quatro leis fundamentais do eletromagnetismo por James Clerk Maxwell, em 1860.

Maxwell estudou todo o conhecimento prévio sobre os fenômenos eletromagnéticos e compilou as pesquisas. Seu trabalho pode ser resumido em quatro equações, denominadas Equações de Maxwell, que constam no livro *Treatise of Electricity*. “O eletromagnetismo era experimental até então. Com Maxwell virou teoria”, explica Cardoso.

O cientista também “previu”, em 1865, que o campo magnético era capaz de se propagar no espaço – hoje chamado de teoria das ondas eletromagnéticas –, mas ainda não tinha condições de comprová-la. O físico alemão, Heinrich Hertz, conseguiu executar experiências e comprovar a teoria de Maxwell 23 anos depois.

Aos 30 anos, Maxwell deixou os experimentos científicos de lado para atender a um pedido do rei britânico: desenvolver e cuidar do Laboratório Cavendish, da Universidade de Cambridge. Cardoso conta que foi a partir da criação deste laboratório que as tecnologias da área se desenvolveram

rapidamente. “Não eram mais pessoas trabalhando isoladamente, mas sim grupos e empresas”, conta o professor.

O Laboratório de Cavendish é muito importante para a ciência até os dias atuais e já laureou 29 prêmios Nobel. O último deles foi o Nobel de Medicina, devido à descoberta da estrutura do DNA humano, em 1959. Por todas as contribuições feitas para a sociedade científica, Cardoso considera Maxwell um dos mais importantes cientistas da história. “No ano de sua morte, nasceu Albert Einstein, que criou a teoria da relatividade se baseando em conhecimentos prévios de Maxwell”.

Bibliografia:

GOEKING, Weruska. Revista O Setor Elétrico. Edição 54 - Julho de 2010
<<http://www.osetoreletrico.com.br/web/a-revista/edicoes/409-o-descobrimiento-e-o-valor-do-eletromagnetismo.html>>

Apêndice C – Texto: Explicação dos fenômenos magnéticos.

⁴ Todos os fenômenos magnéticos podem ser explicados pelo movimento de cargas elétricas. As propriedades magnéticas de um ímã são determinadas pelo comportamento de alguns de seus elétrons. Um elétron pode originar um campo magnético de dois modos diferentes:

- girando em torno do núcleo de um átomo (figura 16a);
- efetuando um movimento de rotação em torno de si mesmo — *spin* (figura 16b).

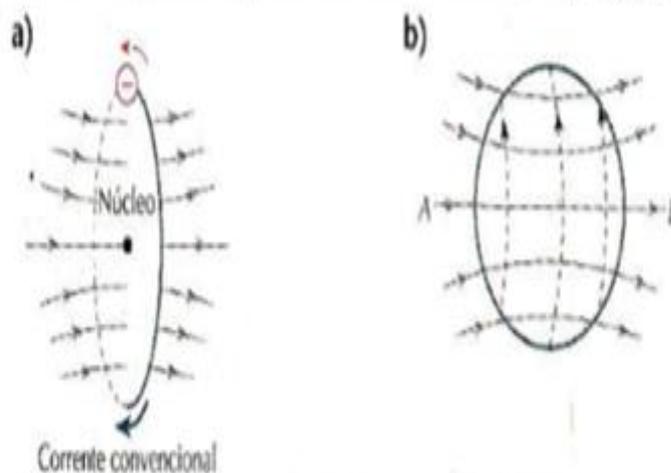


Figura 16. Modos de um elétron originar um campo magnético.

No caso a, o movimento do elétron é equivalente a uma espira circular percorrida por corrente; esse movimento origina um campo magnético semelhante ao da espira. Essa espira possui pólos norte e sul equivalendo a um pequeno ímã denominado **ímã elementar** (figura 16a).

No caso b, o elétron pode ser visualizado como uma pequena nuvem esférica de carga negativa, girando ao redor de um eixo, tal como o eixo AB na figura 16b. Esse efeito determina um campo magnético novamente semelhante ao de uma espira circular percorrida por corrente, equivalendo também a um ímã elementar.

⁵ A maioria das substâncias não apresenta fenômenos magnéticos externos, porque, para cada elétron girando ao redor de um núcleo em determinado sentido, existe outro elétron efetuando giro idêntico em sentido oposto, o que determina a anulação dos efeitos magnéticos. Por outro lado, para cada elétron com o *spin* em determinado sentido, há um outro com *spin* em sentido oposto, de modo que os efeitos

magnéticos são novamente anulados.

Uma espira percorrida por corrente elétrica e colocada em posição qualquer, dentro de um campo magnético uniforme de indução \vec{B} , fica sujeita a um binário que a dispõe perpendicularmente ao campo, conforme vimos no item 4. O mesmo ocorre com a espira circular da figura 17a.

Coloquemos um ímã em forma de barra em posição qualquer num campo magnético uniforme. Os elétrons responsáveis pelas propriedades magnéticas do ímã constituem pequenas espiras sujeitas à ação de um binário semelhante ao que age numa espira circular percorrida por corrente elétrica e colocada no campo (figura 17b). Por isso, o ímã fica paralelo ao vetor indução magnética \vec{B} com o pólo norte no mesmo sentido do campo. Se olharmos no sentido do pólo sul para o pólo norte, notamos que os elétrons estão girando no sentido anti-horário, sendo equivalentes à corrente elétrica convencional que passa pela espira circular, no sentido

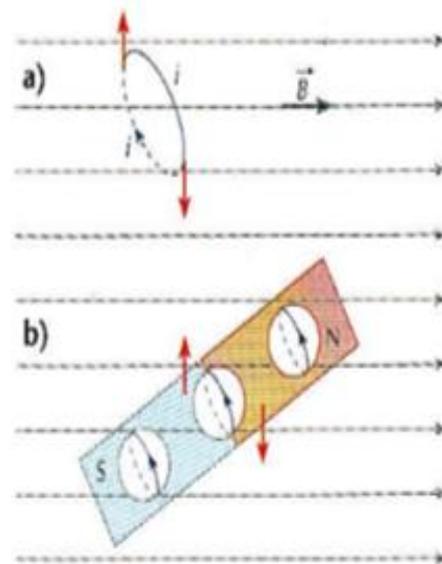


Figura 17. A disposição de um ímã em forma de barra em um campo magnético uniforme é semelhante à de uma espira percorrida por corrente. Os sentidos de rotação indicados no ímã são os dos elétrons.

Quando o pólo norte de um ímã é aproximado do pólo sul de outro ímã, os elétrons dos dois ímãs giram no mesmo sentido (figura 18).

A força que se manifesta entre os pólos é, portanto, consequência da atração entre condutores percorridos por correntes de mesmo sentido.

Por outro lado, quando se aproximam os pólos norte de dois ímãs, os elétrons desses ímãs giram em sentidos opostos (figura 19). A força que se manifesta entre os pólos é, portanto, consequência da repulsão entre condutores percorridos por correntes de sentidos contrários.

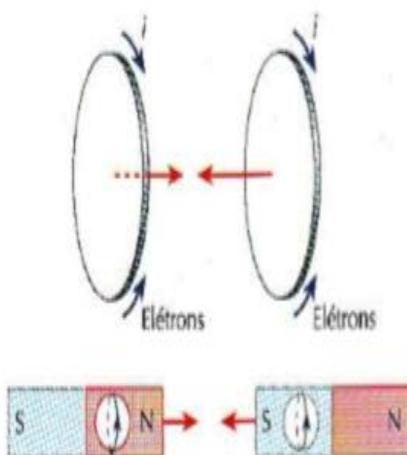


Figura 18. O pólo norte atrai o pólo sul de modo semelhante à atração entre condutores percorridos por correntes de mesmo sentido.

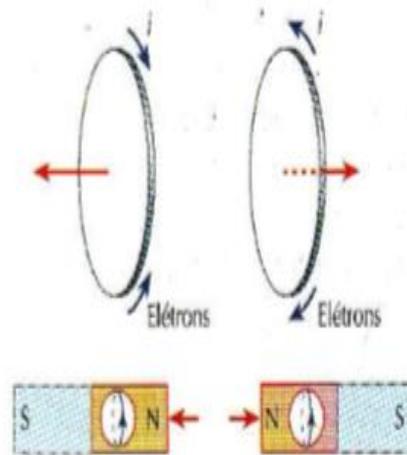


Figura 19. A repulsão entre dois pólos norte é semelhante à repulsão entre condutores percorridos por correntes de sentidos contrários.

Um dos fenômenos magnéticos é a atração de objetos de ferro pelo ímã. Os elétrons responsáveis pelas propriedades magnéticas do prego de ferro são facilmente orientados.

Bibliografia:

RAMALHO. Júnior Francisco, 1940 – Os fundamentos da física – 9. ed. ver. e ampl. – São Paulo: Moderna, 2007. pgs.328, 329.

Apêndice D – Texto: Substâncias Magnéticas.

As substâncias podem ser classificadas em três grupos como veremos a seguir.

1ª) Diamagnéticas:

Em nível microscópico, considera-se que o diamagnetismo é devido ao movimento orbital dos elétrons. Quando uma substância diamagnética é submetida a um campo magnético externo de intensidade B_0 , os movimentos orbitais dos elétrons são tais que criam um campo de polaridade oposta, de modo que o campo resultante tem intensidade $B < B_0$.

2ª) Paramagnéticas:

O paramagnetismo é devido aos *spins* dos elétrons. Normalmente existem elétrons não emparelhados que produzem campos magnéticos em todos os sentidos, de modo que o efeito magnético total é nulo (figura 23a). Quando uma substância paramagnética é submetida a um campo magnético externo de intensidade B_0 , ocorre o ordenamento dos *spins* eletrônicos, gerando um campo magnético com a mesma direção e sentido de \vec{B}_0 (figura 23b). Em consequência, o campo resultante tem intensidade $B > B_0$. Nessas substâncias existe também o efeito diamagnético, mas ele é pouco acentuado em comparação com o efeito paramagnético e pode ser desconsiderado.

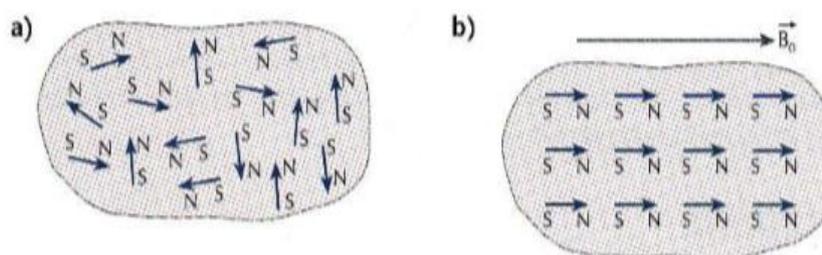


Figura 23. Comportamento de uma substância paramagnética.

3ª) **Ferromagnéticas:** São elas: ferro, cobalto, níquel, gadolínio, disprósio e ligas especiais, em particular o aço temperado da experiência descrita anteriormente.

Essas substâncias, quando imantadas, contribuem enormemente para o aumento da intensidade do campo, verificando-se que B pode ser aumentado muitas vezes.

O ferromagnetismo pode ser considerado um paramagnetismo acentuado. Nas substâncias ferromagnéticas, há regiões onde, mesmo na ausência de um campo externo, os *spins* estão espontaneamente orientados. Tais regiões são denominadas **domínios de Weiss*** (figura 24). Quando uma substância ferromagnética é submetida a um campo magnético externo de intensidade B_0 , os domínios giram para se dispor na direção e no sentido de \vec{B}_0 . Isso faz com que o campo resultante seja bem mais intenso que o campo original (B muitas vezes maior do que B_0).



Bibliografia:

RAMALHO. Júnior Francisco, 1940 – Os fundamentos da física – 9. ed. ver. e ampl. – São Paulo: Moderna, 2007. pgs. 330,331.

Apêndice E – Texto: Conceito Inicial de Campo Magnético

Na região do espaço que envolve um ímã, na qual ele manifesta sua ação, dizemos que se estabelece um *campo magnético*. Como é feito na Eletrostática, em que a cada ponto de um campo elétrico associa-se o *vetor campo elétrico* \vec{E} , no campo magnético, a cada ponto associamos o *vetor* \vec{B} , chamado *vetor indução magnética*. A intensidade do *vetor indução magnética* é medida no SI em uma unidade denominada *tesla* (T).

A orientação do vetor \vec{B} num ponto P é determinada pela orientação de uma pequena agulha magnética colocada nesse ponto (Fig. 4). O pólo norte da agulha aponta no sentido de \vec{B} . Se a agulha for deslocada a partir de um ponto próximo do pólo norte do ímã reto da figura 4, sempre na orientação que a bússola está indicando, o seu centro traçará uma linha. Essa linha, que é *tangente* ao vetor \vec{B} e orientada no seu sentido, chama-se *linha de indução*.

Começando em vários pontos, muitas linhas podem ser desenhadas como indica a figura 4. Cada linha começa no pólo norte e termina num ponto correspondente do pólo sul. Notemos que perto dos pólos, onde as propriedades do ímã se manifestam com maior intensidade, as linhas estão mais próximas.

Quando minúsculos pedaços (*limalha*) de ferro são salpicados sobre um ímã, eles aderem conforme a figura 5. Cada limalha de ferro funciona como uma pequena agulha magnética, alinhando-se na direção das linhas de indução do campo.

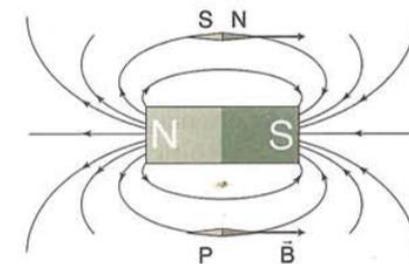
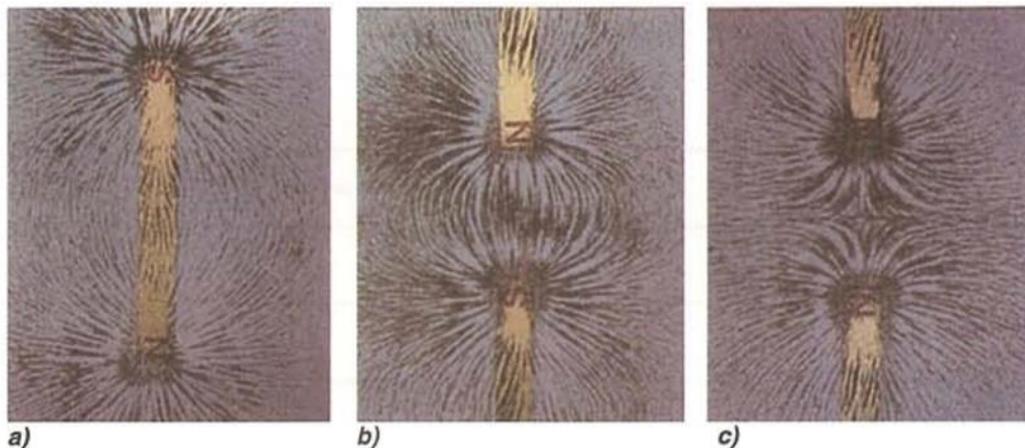


Fig. 4



Campos magnéticos agindo sobre limalha de ferro produzidos por:

- a) barra magnética
- b) duas barras magnéticas (atração)
- c) duas barras magnéticas (repulsão)

Fig. 5

Bibliografia:

FERRARO, Nicolau Gilberto, Soares, Paulo Antonio de Toledo. 1940 – Física básica: volume único – São Paulo: Atual, 1998. pg.627

Apêndice F – Texto: Linha de indução magnética, Indução Magnética.

1. A linha de indução coincide com a linha de força. Usamos a expressão linha de força quando nos referimos ao campo magnético \vec{H} ; e a expressão linha de indução, quando nos referimos a indução magnética \vec{B} .

As linhas de indução têm características comuns às linhas de força. Assim, em campo magnético uniforme, as linhas de indução são retas e paralelas.

Suponha uma massa magnética m submetida a uma força magnética \vec{F} .

$$\begin{array}{c} \text{Campo magnético} \quad \vec{H} = \frac{\vec{F}}{m} \\ \nearrow \\ \text{vetor campo magnético} \end{array}$$

A força que atua na massa magnética m , colocada em campo magnético depende:

- da própria massa m ;
- do fator vetorial \vec{H} , que não depende de m , mas sim, do ponto onde ela é colocada.

2. Chamamos de indução magnética em um ponto, ao produto de permeabilidade magnética do meio pelo campo magnético nesse ponto.

$$\vec{B} = \mu \vec{H}$$

$$3. \vec{H} = \frac{1}{\mu} \frac{\vec{M}}{d^2} \quad \text{massa magnética que produz o campo magnético}$$

$$\vec{B} = \mu \frac{1}{\mu} \frac{\vec{M}}{d^2} = \frac{\vec{M}}{d^2}$$

Concluimos que, quando o campo magnético é **produzido por um ímã**, a indução \vec{B} , num ponto depende exclusivamente da massa magnética que produz o campo e da distância do ponto à massa magnética, **mas não depende do meio**.

Indução e imantação representam, ambas, o quociente de uma massa magnética/área. Motivo pelo qual essas duas grandezas são avaliadas nas mesmas unidades. São grandezas físicas da mesma espécie.

4. Indução magnética é o fenômeno pelo qual um corpo se imanta quando colocado perto de um ímã já existente. O corpo que já está imantado é chamado de indutor. O corpo que se imanta por indução é chamado induzido.

Chama-se material magnético àquele que é capaz de se imantar.

Bibliografia:

Anotações: Contribuição feitas pelo Membro interno da banca – UFMS: Prof..
Dr. Hamilton Perez Soares Corrêa.