

Ensino por Investigação: uma intervenção didática para ensino dos conceitos de magnetismo

Sanan Zambelli Sylvestre Candido
Jardel da Costa Brozeguini

SANAN ZAMBELLI SYLVESTRE CANDIDO
JARDEL DA COSTA BROZEGUINI

ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: UMA INTERVENÇÃO DIDÁTICA PARA
ENSINO DOS CONCEITOS DE MAGNETISMO

1ª Edição



Edifes
ACADÊMICO

CARIACICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO ESPÍRITO SANTO
2022



Editora do Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Espírito Santo

R. Barão de Mauá, nº 30 – Jucutuquara

29040-689 – Vitória – ES

www.edifes.ifes.edu.br | editora@ifes.edu.br

Reitor: Jadir José Pela

Pró-Reitor de Administração e Orçamento: Lezi José Ferreira

Pró-Reitor de Desenvolvimento Institucional: Luciano de Oliveira Toledo

Pró-Reitora de Ensino: Adriana Piontkovsky Barcellos

Pró-Reitor de Extensão: Renato Tannure Rotta de Almeida

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação: André Romero da Silva

Coordenador da Edifes: Adonai José Lacruz

Conselho Editorial

Aldo Rezende * Ediu Carlos Lopes Lemos * Felipe Zamborlini Saiter * Francisco de Assis Boldt * Glória Maria de F. Viegas Aquije * Karine Silveira * Maria das Graças Ferreira Lobino * Marize Lyra Silva Passos * Nelson Martinelli Filho * Pedro Vitor Morbach Dixini * Rossanna dos Santos Santana Rubim * Viviane Bessa Lopes Alvarenga

Revisão de texto, projeto gráfico e diagramação: José Almeida

Capa: ilustração adaptada de freepik.com

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Biblioteca do *Campus* Cariacica do Instituto Federal do Espírito Santo)

C217e Candido, Sanan Zambelli Sylvestre.

Ensino por investigação: uma intervenção didática para ensino dos conceitos de magnetismo [recurso eletrônico] / Sanan Zambelli Sylvestre Candido, Jardel da Costa Brozeguini. – Vitória, ES: Edifes Acadêmico, 2022.

57 p. : il. ; 30 cm.

ISBN 978-85-8263-555-1 (Livro digital)

1. Ciência – Estudo e ensino. 2. Física – Estudo e ensino. 3. Magnetismo. 4. Campos magnéticos. 5. Prática de ensino. I. Brozeguini, Jardel da Costa. II. Instituto Federal do Espírito Santo. Campus Cariacica. III. Título.

CDD 21: 530.07

(Bibliotecária: Luciana Dumer CRB6-ES nº 662)

DOI: 10.36524/9788582635551

Esta obra está licenciada com uma Licença Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Brasil.





**INSTITUTO
FEDERAL**

Espírito Santo

Campus
Cariacica

Jocélia Abreu Barcellos Vargas

Diretoria Geral

Yuri Blanco e Silva

Diretoria de Administração e Planejamento

Filipe Leoncio Braga

Diretoria de Ensino

Daniela da Gama e Silva Volpe Moreira de Moraes

Diretoria de Pesquisa, Pós-graduação e Extensão



Apresentação

As orientações contidas nesse guia são frutos de um trabalho colaborativo que perpassou por etapas de planejamento, execução e reflexão. Estas, por sua vez, são características de um método de ensino denominado Ensino por Investigação, que norteou a metodologia da pesquisa de mestrado que originou esse guia didático baseado em uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) que contempla o conteúdo magnetismo. O guia é destinado ao professor da Educação Básica com o objetivo de auxiliá-lo na aplicação de atividades investigativas em sala de aula.

Entre as atividades que podemos destacar na intervenção pedagógica temos o questionário prévio, a leitura de texto, a demonstração investigativa, as questões abertas, os problemas abertos e o laboratório aberto. Os roteiros e experimentos a serem usados na intervenção didática estão inseridos nesse guia, ressaltando-se o seu potencial no desenvolvimento conceitual do estudante.

Este guia também apresenta uma breve revisão do Ensino por Investigação para que o referencial teórico não se torne um obstáculo ao trabalho do professor.

Sumário

1	O Ensino de Ciências por Investigação	06
1.1	Ensino de Ciências por Investigação e um contexto histórico.....	06
1.2	Ensino por Investigação.....	09
1.3	A Sequência de Ensino Investigativa (SEI).....	12
1.3.1	Textos históricos.....	14
1.3.2	Demonstração investigativa.....	14
1.3.3	Questões abertas.....	15
1.3.4	Problemas abertos.....	16
1.3.5	Laboratório aberto.....	17
1.3.6	Sistematização do conhecimento.....	18
1.4	Apreciação dos conhecimentos ao finalizar uma SEI: avaliação.....	19
2	A Sequência de Ensino Investigativa	26
2.1	AULA 1: apresentação da proposta de intervenção.....	26
2.2	AULA 2: investigando conhecimentos prévios.....	27
2.3	AULA 3: Textos de Apoio.....	33
2.3.1	Leitura de texto.....	33
2.4	AULA 4: Demonstração Investigativa.....	41
2.4.1	Campo magnético de ímãs permanentes.....	41
2.5	AULA 5: Questões Abertas.....	44
2.6	AULA 6: Problemas Abertos.....	46
2.7	AULA 7: Laboratório Aberto.....	49
2.8	AULA 8: Questionário Final.....	51
2.9	AULA 9: Questionário de Opinião.....	51
3	Condiderações finais.....	54
	Referências.....	56



1 O Ensino de Ciências por Investigação

1.1 Ensino de Ciências por Investigação e um contexto histórico

“Quando falamos de Ensino de Ciências por Investigação, pretendemos sugerir imagens alternativas de aulas de ciências” (MUNFORD; LIMA, 2007, p. 92), bem diferentes daquelas que ainda vemos em escolas, onde o mais comum é o professor no quadro com anotações seguidas de explicações sobre um conteúdo e os estudantes concentrados em anotar e ouvi-lo a dissertar sobre um determinado tópico de conteúdo.

[...] o emprego do termo ensino por investigação não é consensual entre os pesquisadores da área de ensino de ciências. Mesmo onde a proposta de ensino por investigação pode se dizer bem consolidada, em termos das diretrizes curriculares, como é o caso dos EUA, os pesquisadores destacam a existência de uma polissemia em relação ao sentido do termo investigação, bem como das inúmeras perspectivas diferentes de ensino por investigação. (SÁ; LIMA, 2011, p. 80).

No século XIX surgem as primeiras justificativas para a incorporação de aspectos da investigação científica nas salas de aula por meio do laboratório escolar (SÁ; LIMA, 2011) e a participação da educação em ciências estava iniciando mesmo que ainda pequena. Ao mesmo tempo era reivindicada o aumento da participação nas definições curriculares tanto na Europa, quanto nos EUA, junto a contemplação do objetivo de os estudantes realizarem investigações científicas.

Ainda, no fim do século XIX, o filósofo norte-americano John Dewey contrapõe-se à Filosofia Ocidental, pois, para ele, o pensamento não é um conjunto de impressões sensoriais, nem fabrica algo chamado “consciência”, e muito menos um “Espírito Absoluto” se manifesta por ele, e sim em uma função mediadora e instrumental para servir aos interesses da sobrevivência e do bem-estar humano num processo de evolução. Para validar seus trabalhos mediante a experimentação estudava as consequências para a pedagogia de seu instrumentalismo. Nesta teoria se destacava a “necessidade de se comprovar o pensamento por meio da ação que se quer transformada em conhecimento” (WESTBROOK, 2010, p. 14), em confronto com a prática educacional da época, fundamentada em uma epistemologia dualista errônea que o convencia de que havia muitos problemas, se opõem mente e mundo, pensamento e ação.

Dewey também acreditava que o valor dos interesses reside na força que proporciona, não no sucesso que representa e, por isso, a eficácia da educação requer um educador que explore as tendências e os interesses para orientar o educando na busca de novos conhecimentos, local no pensamento onde se realiza a síntese entre suas experiências e os conhecimentos. E que a maioria dos educadores podem aprender a fazer sobre conhecimentos teóricos e práticos necessários para ensinar dessa maneira.

Então, podemos entender que a teoria educativa de Dewey está muito menos centrada no educando e mais no educador do que se pode pensar. A escola, como a concebe, propõe ao educando um caráter democrático confiando menos nas “capacidades espontâneas e primitivas da criança” (WESTBROOK, 2010, p. 21) do que na predisposição dos educadores para criar uma aula com um ambiente adequado convertendo-as em hábitos sociais.

É no início do século XX que John Dewey, como membro da Associação Americana para o avanço da Ciência (AAAS), ataca com críticas o ensino como transmissão de informações, sustentando a ideia de que a ciência é mais do que um corpo de conhecimentos a ser aprendido e que deveria implicar na aprendizagem de processos ou métodos usados nas ciências (SÁ; LIMA; AGUIAR JR., 2011, p. 00).

Nesse aspecto, é possível uma relação entre a pedagogia de Dewey e as ideias de Vygotsky (ZOMPERO; LABURU, 2011), já que os dois defendem elementos sociais na aprendizagem. Vygotsky considera que “o uso da fala representa a necessidade de interação social e comunicativa da criança que, construída em uma dinâmica social e histórica, possibilita a sua compreensão do mundo” (GHEDIN, 2012, p. 141), como também considera o funcionamento do uso de instrumentos um meio simbólico de resolução de problemas.

Entende que a vida é um trabalho criativo e, ao ser transformada neste processo criativo, o indivíduo atinge novos níveis de insight e de compreensão (SHROEDER; FERRARI, 2009) e o lugar onde podemos encontrar os cenários adequados para as relações interpessoais que se estabeleçam e promovam o desenvolvimento intelectual dos estudantes para a apropriação dos significados socialmente e historicamente produzidos, é a escola.

Para o pesquisador, seria um erro desvalorizar as experiências pessoais dos estudantes por parte dos professores, pois cabe ao professor organizar meios para os conhecimentos que se fazem por meio da própria experiência do aluno. Acrescentando ainda que o processo de educação se apoia na atividade pessoal do aluno e ao educador consiste na arte de orientar e regular essa atividade. “Assim, de acordo com o raciocínio Vygotskyano, a colaboração sistemática entre o professor e o educando é que propiciará o amadurecimento das funções psicológicas superiores” (SHROEDER; FERRARI, 2009, p. 11) e como consequência o desenvolvimento intelectual do educando, pois para Vygotsky todo o processo de desenvolvimento psicológico do conteúdo central e fundamental se constitui pela mudança da estrutura funcional da consciência.

Assim, na primeira metade do século XX, um movimento pela supervalorização do domínio do conhecimento científico em relação às demais áreas do conhecimento humano (SANTOS, 2007), a educação científica, teve seu objetivo principal voltado para

os valores sociais (ZOMPERO; LABURU, 2011). “A perspectiva de ensino de ciências por investigação somente ganhou forças na segunda metade do século XX” (SÁ; LIMA, 2011, p. 81) e para estabelecer a visão da educação científica teve uma voz influente, o educador Joseph Schwab. O ensino e a aprendizagem da ciência, para ele, deveriam refletir o modo de compreender os conhecimentos científicos, porque a ciência era constituída tanto por estruturas conceituais, quanto por procedimentos que foram construídos e revisados ao longo da história (SÁ; LIMA, 2011).

Schwab também assinala que os professores deveriam apresentar a ciência como investigação e os alunos, utilizar processos de investigação para aprender ciências. Nessa direção, esse autor recomendava que os professores dessem atenção ao laboratório e usassem experiências para conduzir suas aulas, antes de introduzir uma explicação formal de conceitos e princípios científicos (SÁ; LIMA, 2011, p. 81).

O cognitivismo em ascensão, a partir da década de 1970, fez com que a influência dessas ideias fosse reparada na educação. Além disso, as ideias progressistas destacam a importância das interações socioculturais para a aprendizagem como outro aspecto relevante a ser considerado (ZOMPERO; LABURU, 2011), possibilitando, assim, a relação entre a pedagogia de Dewey e as ideias de Vigotsky para defender os elementos sociais na aprendizagem.

Ainda na década de 1970, com o reconhecimento de que o meio ambiente não era fonte inesgotável de recursos e a ação de aproveitamento da natureza também não era infinita, o Ensino de Ciências novamente se preocupa em propor uma educação abordando os aspectos sociais relativos ao desenvolvimento científico e tecnológico (ZOMPERO; LABURU, 2011). Essa abordagem começa na Grã-Bretanha, desenvolvendo-se pela década de 1980 para a discussão de ideias, alcançando práticas pedagógicas que envolviam textos, currículos e processos de avaliação.

Podemos observar, resumidamente, o coletivo de pensamento da educação científica no século XX com a apresentação de métodos gerais a serem aplicados a diferentes problemas e contextos que poderiam ser estudados em sala difundidos por Dewey e outros educadores do início do século XX. No século passado, localizamos o momento histórico que essa visão predominou, pois começa com a Guerra Fria e a corrida armamentista entre o bloco ocidental liderado pelos Estados Unidos e o bloco liderado pela União Soviética, em que os neoprogressistas dos anos 70 e 80 apoiam a posição da educação científica dos idealizadores dos anos 50 e 60 das reformas educacionais que ocorreram com as diferentes disciplinas que tinham como bandeira o compromisso com o rigor acadêmico e a herança científica (RODRIGUES; BORGES, 2008).

O *status* da educação científica nos Estados Unidos no final dos anos 1970 e começo dos anos 1980 foi sintetizado a um conjunto de levantamentos, avaliações e estudos de caso que revelou que a comunidade de pesquisadores da educação científica estava

utilizando o termo “investigação” de diversas formas (RODRIGUES; BORGES, 2008). Esse projeto foi financiado pela Fundação Nacional da Ciência (NSF) americana a qual verificou que o termo tanto se referia a investigação como conteúdo, quanto como técnica de instrução, não ficando claro seu significado. Muitos professores aceitavam positivamente o valor da investigação no ensino do conteúdo e também apresentavam razões para não a utilizar como técnica de instrução, tais como os problemas em coordenar a turma ao introduzir um conteúdo ou guiar experimentos. Ainda alegavam a dificuldade em atender as demandas das tarefas, como por exemplo, os problemas com os equipamentos e os materiais necessários à segurança dos alunos, além de mais dúvidas quanto ao cumprimento do que foi planejado. Os questionamentos não são muito diferentes do que ocorrem nos laboratórios tradicionais de ciências.

Durante os anos 1980, a comunidade de educadores e pesquisadores do ensino de ciências, em uma espécie de consenso, possibilita a diferenciação entre os termos “ensino como investigação” de “ensino por investigação”, em que a primeira se refere a conhecimentos sintáticos e a segunda como prática de ensino por investigação. Assim, passa a agregar o aspecto cultural do conhecimento científico ao ensino por investigação pela comunidade acadêmica, necessária para o ensino de ciência entre conhecimentos sobre história e filosofia da ciência em uma relação direta com o entendimento sobre a natureza da ciência.

O objetivo era conjugar os aspectos culturais, disciplinares e intelectuais, bem como a habilidade de aplicar o conhecimento científico na resolução de problemas relevantes para o estudante ou para a sociedade. O ensino por investigação tinha todo este papel que incluía ainda a capacidade de motivar o estudante e toda esta tendência era mantida embaixo do guarda-chuva da alfabetização científica (RODRIGUES; BORGES, 2008, p.10).

O ensino de ciências por investigação é motivo de interesse em diversas pesquisas no Brasil. Começou a ser debatido amplamente nos PCN (1998) a partir da “publicação dos documentos que orientaram a reforma da educação em ciências nos Estados Unidos” (RODRIGUES; BORGES, 2008, p. 10).

1.2 Ensino por Investigação

Ao longo do século XX a educação experimenta trocas expressivas em sua reforma acompanhando de perto as modificações que aconteceram em nossa sociedade.

A escola, com a finalidade de levar os alunos da geração atual a conhecer o que já foi historicamente produzido pelas gerações anteriores, também foi atingida por tais mudanças sociais. Durante muitos anos esses conhecimentos, pensados como produtos finais, foram transmitidos de maneira direta pela exposição do professor. Transmitem-se os conceitos, as leis, as fórmulas. Os alunos replicavam as experiências e decoravam os nomes dos cientistas (CARVALHO, 2013, p. 1).

Diante disso, o ensino de ciências coloca professores e alunos em uma posição desafiadora e mudar a visão do aluno quanto à ciência passa ser o maior deles, além de inserir esse aluno no mundo científico e habituado com sua linguagem. Esse aluno deve ser capaz de traduzir o mundo pela visão científica de modo que a ciência inserida em seu dia a dia faça parte também de sua vida, de sua cultura e de seu cotidiano. Neste sentido, os apoiadores do ensino por investigação visam à Alfabetização Científica, pois compreendem essa capacidade como estratégia que promove a percepção da natureza da ciência e cria ações na resolução de problemas autênticos possibilitando a aplicações do conhecimento.

Diferenciar o que se aprende na escola de seu cotidiano traz ao professor o desafio de oferecer a nossos alunos esses conhecimentos e tecnologias. Nesse momento, formar cidadãos para o mundo atual se faz necessário, para trabalharem, viverem e intervirem na sociedade de maneira crítica e responsável, em decisões que estão atreladas a seu futuro, da sociedade e do planeta (CARVALHO, 2010).

O professor precisa se perguntar quanto aos aspectos ligados ao planejamento e à elaboração curricular, por quê e para quê ensinar física? E em uma perspectiva histórica, um grande marco em relação ao currículo pode ser fincado com o lançamento do satélite russo, o Sputnik, no final da década de 1950. Nessa corrida para atingir o primeiro lugar, os EUA tiveram por objetivo formar cientistas e engenheiros com projetos para despertar o interesse dos alunos para as ciências e engenharias. Muitos desses projetos tinham como marca registrada a conceitualização, com ênfase na parte experimental convidando os alunos a resolver problemas e a investigar situações científicas (CARVALHO, 2010).

A adoção de projetos para o ensino de Ciências por outros lugares mobilizou profissionais da área para planejar propostas próprias como aconteceu, por exemplo, com a Inglaterra e o Brasil. Seguindo ideias similares, o Brasil, que devido ao contexto socio-cultural, realizou adaptações e reformulações para se adequar à nossa realidade. Algumas escolas adotaram esses projetos que contribuíram com as diretrizes para concretizar um currículo, mas, na maioria das vezes, os materiais didáticos usados em muitas escolas brasileiras traziam uma concepção de ensino tradicional que vinha regulando o planejamento do currículo. Sem a preocupação de relacionar dimensões que perpassam pela área de estudo e serem fonte de auxílio para preparação de aula para orientação ou até mesmo definição do currículo.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), de 1996, traz como objetivos centrais planejados para a Educação Básica a formação geral do cidadão e a sua preparação para o trabalho (CARVALHO, 2010). Na formação do indivíduo, permitindo como cidadão atuar na sociedade contemporânea que se espera desenvolver competências e habilidades que implicam em possibilidades que ele compreenda, intervenha, investi-

que e participe de discussões que envolvam sua realidade. Sasseron (2015), nesse sentido, discorre que concretizar o desenvolvimento do espírito crítico requer oferecer espaço entre alunos e professores para discussões; do espírito investigativo com verdadeiras investigações; do espírito participativo e solidário com participação verdadeira envolvendo os colegas no processo de aprendizagem, negociando valores, significados e crenças.

Na mesma década são publicados os Parâmetros Curriculares Educacionais (PCNs) com orientações com aspectos conteudistas, metodológicos e epistemológicos a serem consideradas na elaboração e planejamento de currículos e cursos. Delineado pela LDB os PCNs propõem para compor os currículos escolares duas linhas que são a Base Curricular Nacional e Parte Diversificada. Esse documento contém muitas considerações importantes e uma delas é a apresentação da ideia de competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos estudantes como parte dos objetivos que esperamos alcançar com a formação geral (CARVALHO, 2010), de forma crítica e participativa na sociedade atual. Muitas competências e habilidades para cada uma das disciplinas podem ser encontradas nos PCNs e dividida em três grandes blocos que são Representação e Comunicação, Investigação e Compreensão, e Contextualização Sociocultural.

Assim, a Física tem por objetivo formar cidadãos atuantes, participativos, para viver na sociedade atual, sendo isso uma especificidade da disciplina que se encontra em amplo desenvolvimento. As teorias, modelos e explicações dadas por cientistas de nacionalidades diversas e o desenvolvimento da tecnologia associada aos conhecimentos gera, muitas vezes, a formulação de novas proposições.

Trabalhar Ciências em sala de aula deve privilegiar não apenas os produtos trazidos pela comunidade científica, mas também o processo pelo qual se chega a tais produtos e o entorno dessa produção (SASSERON; MACHADO, 2017). E, assim, traçar objetivos específicos para as turmas trabalhadas que exijam o conhecimento de aspectos sociais e culturais em concordância com a realidade dos alunos e o tema trabalhado. Desenvolver a racionalidade crítica permitiu a participação dos alunos em discussões referentes a problemas do seu entorno, percebendo a relação dos temas discutidos com sua vida e também os problemas do seu cotidiano podem ser resolvidos por meio dos saberes trabalhados em sala de aula. Essas ideias circundam a Alfabetização Científica (AC) que é proposta como objetivo de ensino das disciplinas científicas.

Alfabetizar cientificamente os alunos significa oferecer condições para que possam tomar decisões conscientes sobre problemas de sua vida e da sociedade relacionados a conhecimentos científicos. Mas é preciso esclarecer que a tomada de decisão consciente não é um processo simples, meramente ligado à expressão de opinião: envolve análise crítica de uma situação, o que pode resultar, pensando em Ciências, em um processo de investigação (CARVALHO, 2013, p. 45).

O desenvolvimento das competências e das habilidades por eles propostas deve se dar em processo contínuo durante a formação do estudante (CARVALHO, 2010). Assim, a Alfabetização Científica promovida em sala de aula como atividade sequencial e constante proporciona espaço, oportunidades e possibilidades para apresentar conceitos científicos aos alunos que possam trabalhar, investigando problemas e construindo relações de seu cotidiano com as novas informações que o trabalho na escola lhe proporciona.

[...] não há expectativa de que os alunos vão pensar ou se comportar como cientistas, pois eles não têm idade, nem conhecimentos específicos nem desenvoltura no uso de ferramentas científicas para tal realização. O que se propõe é muito mais simples – queremos criar um ambiente investigativo em salas de aula de Ciências de tal forma que possamos (conduzir/mediar) os alunos no processo (simplificado) do trabalho científico para que possam gradativamente ir ampliando sua cultura científica, [...] se alfabetizando cientificamente (CARVALHO, 2013, p. 9).

Assim, as Sequências de Ensino Investigativas (SEI), isto é, sequências de atividades (aulas) que envolvem um tópico do plano de ensino, planejando o material e suas interações didáticas, proporciona aos alunos trazerem seus conhecimentos prévios e iniciarem os novos, valorizando suas ideias discutindo-as com seus colegas e o professor passando dos conhecimentos espontâneos ao científico, compreendendo conhecimentos já estruturados por gerações anteriores. As atividades investigativas podem ser implementadas em sala de aula, começando “por um problema, experimental ou teórico, contextualizado que introduz os alunos no tópico desejado” (CARVALHO, 2019, p. 9) oferecendo condições para pensarem e trabalharem com as variáveis importantes do fenômeno científico central do conteúdo programático.

1.3 A Sequência de Ensino Investigativa (SEI)

O ensino envolvendo atividades por investigação no Brasil é abordada a partir dos Parâmetros Curriculares Nacionais (1998) e ganha mais lugar nos currículos pelos “objetivos de levar os estudantes a realizarem investigações e de desenvolverem entre eles um entendimento sobre o que seja a investigação científica” (SASSERON, 2015, p. 58).

Assim, o desenvolvimento de ideias que possam culminar em leis e teorias e construção de modelos são condições oferecidas pela investigação em sala de aula, no qual toma-se o ensino por investigação como associado ao trabalho do professor e não apenas a uma estratégia específica. Nesse contexto, o ensino por investigação configura-se como uma abordagem didática, podendo, portanto, estar vinculado a qualquer recurso de ensino desde que o processo de investigação seja colocado em prática e realizado pelos alunos a partir e por meio das orientações do professor (SASSERON, 2015).

Carvalho e Sasseron (2010) e seus colaboradores iniciaram o trabalho de desenvolvimento da Sequência de Ensino Investigativa com o objetivo central de permitir que a investigação em sala de aula passasse a fazer parte de um processo maior, uma vez que, anteriormente, serviam apenas como elemento motivador ou demonstrativo, sem que existisse a preocupação de que pudessem figurar como uma ferramenta auxiliar de aprendizagem.

No trabalho “O Uno e o diverso na educação”, publicado em 2011, Carvalho discorre sobre pontos importantes para formular uma SEI, que são: a importância de um problema para um início da construção do conhecimento; a ação manipulativa para a ação intelectual; a importância da tomada de consciência de seus atos para a construção do conhecimento e as diferentes etapas das explicações científicas.

Esse é um ponto fundamental que retiramos das leituras dos trabalhos piagetianos: sempre eram propostas questões para que o indivíduo organizasse seu pensamento. Esse ponto – a importância do problema como gênese da construção do conhecimento - também está presente nos trabalhos de Bachelard (1938), quando ele propõe que “todo conhecimento é a resposta em questão (CARVALHO, 2011, p. 255).

Para a autora, o problema é considerado a gênese da construção do conhecimento e para respondê-lo é preciso todo conhecimento adquirido e a oportunidade de elaborar a passagem de ação manipulativa para a ação intelectual construindo “novas hipóteses e vice-versa, isto é, da ação intelectual para a construção de novas hipóteses que levarão a uma ação manipulativa mais diferenciada” (CARVALHO, 2011, p. 256).

No planejamento dessas atividades, o problema é o material didático que dará suporte para resolvê-las pois ambos devem ser organizados ao mesmo tempo, vez que um depende do outro (CARVALHO, 2017).

É claro, por exemplo, que na escola cabe aos alunos o papel de aprendizes e ao professor, o dever de instruir. Técnicas, métodos, atividades, práticas são todos realizados na expectativa de que a instrução possa gerar aprendizagem. Ao mesmo tempo, técnicas, métodos, atividades e práticas buscam avaliar os resultados obtidos pela interação realizada (SASSERON, 2015, p. 54).

Cabe ao professor propor questões que levem os alunos à tomada de consciência de como agir para resolver o problema, com discussões até chegar às explicações do fenômeno estudado tornando-se um agente ativo no processo de conceitualização do conteúdo. É muito importante a ajuda do professor nessa comunicação. É ele quem garantirá que os termos usados na linguagem coloquial para entendimento do aluno precisam ser trabalhados para uma linguagem científica e que eles possam perceber a oportunidade de expressar essa linguagem científica também em fórmulas matemáticas.

As atividades investigativas proporcionam aos alunos a prática de discussão sobre o que está se investigando. A valorização da construção social do conhecimento que se reflete na argumentação entre os alunos (CARVALHO, 2014) e o planejamento destas poderão levá-los a ultrapassar as concepções espontâneas. O mais importante no planejamento é a interação, nesse processo acontecerá a oportunidade de manifestar seu esquema formado anteriormente sobre o assunto por meio da argumentação e reformulação se caso necessário.

Para organizar uma sequência investigativa, CARVALHO (2014) propõe atividades nas quais a principal diretriz é o grau de liberdade dado ao aluno, como textos históricos, experiências de demonstrações investigativas, laboratório aberto, aulas de sistematização ou textos de apoio, questões e problemas abertos e recursos tecnológicos.

1.3.1 Textos históricos

Com textos históricos busca-se desmistificar a imagem do cientista masculino e isolado de um contexto social e histórico, e a própria ciência que é apresentada neutra às questões sociais, tecnológicas e ambientais sem se relacionar com o cotidiano. A história da Ciência pode ser uma maneira de se criar visões mais contextualizadas sobre o que é trabalho científico e combater as visões inadequadas que se apresentam sobre este conhecimento (CARVALHO, 2014).

É importante que o professor esteja a par do desenvolvimento e da evolução da ciência, como seus obstáculos e dificuldades, compreenda a complexidade de seus alunos entenderem conceitos ensinados e, a partir disso, adotar estratégias que promovam o desenvolvimento de habilidades que envolvam três componentes para centralizar a aprendizagem, a saber: a tarefa, o trabalho em grupo e o compartilhamento das ideias.

1.3.2 Demonstração investigativa

A demonstração investigativa trata-se da investigação de um fenômeno em que o professor apresenta enquanto os alunos observam para refletir o que estão vendo e com isso buscarem a explicação no modelo teórico.

A demonstração investigativa deve apresentar não só o fenômeno em si, mas criar oportunidade para a construção científica de um dado conceito ligado a esse fenômeno (CARVALHO, 2014) e, para isso, o professor desmonta o papel de detentor do saber e torna-se um orientador em sala de aula planejando a demonstração investigativa na busca de uma questão problematizadora.

A mudança de postura tradicional propicia ao professor a compreensão como se constrói o conhecimento de seus alunos, e o aluno, por sua vez, sai da posição passiva e passa a interagir com a construção de suas atitudes e o desenvolvimento de habilidades ao fazer hipóteses e defendê-las perante o grupo da sala de aula utilizando a teoria aprendida como justificativa de suas ideias.

O professor propõe um problema à classe e a partir de questões feitas aos alunos pode entender se é intuitivo ou senso comum o pensamento que possuem sobre o assunto.

Após as discussões e reflexões, é a vez do professor formalizar as explicações dadas ao fenômeno, preocupando-se em enfatizar como a ciência o descreve e, algumas vezes, quando necessário, chegando às representações matemáticas que o expressam (CARVALHO, 2014). Assim, o papel do professor será de construir com os alunos essa passagem do saber cotidiano para o saber científico, por meio do questionamento sobre o fenômeno por meio da investigação.

1.3.3 Questões abertas

Diferentes dos exercícios dados ao final da explicação de um conteúdo as questões abertas são atividades que propõem ao aluno uma atitude ativa e autoral, para elaborar raciocínios apresentando respostas pela verbalização e pela escrita, trocando e justificando suas ideias. “São questões em que procuramos propor aos alunos fatos relacionados ao seu dia a dia” (CARVALHO, 2014, p. 89), situações que permitem sua participação que, além de desenvolver sua habilidade reflexiva, estrutura o seu pensamento na linguagem científica discutida e construída anteriormente.

Durante a realização da atividade o professor deve ficar sempre atento às respostas dos alunos, incluindo no processo as que estão erradas, questionando para que o aluno perceba que sua participação é valorizada e que vai ao encontro de uma resposta desejada. Carvalho (2014) apresenta três modos em elas podem ser aplicadas: em grupo grande; em dupla ou em grupos pequenos de três ou quatro alunos; em prova e avaliações. A autora também menciona os alunos ou grupos de alunos que não se interessam em responder e assim precisam da cobrança do professor para não se perderem na atividade proposta. Além disso, segundo a autora é interessante também a retomada das questões na aula seguinte até como forma de recuperação contínua para os que não conseguiram responder prontamente.

1.3.4 Problemas abertos

O problema aberto é um tipo de atividade de lápis e papel, por isso, pode ser comparado aos exercícios que os alunos comumente resolvem em sala de aula (SASSERON, 2017). A diferença está no enunciado da proposta, pois o que determina o desempenho dos alunos são as ações para encontrar resultado.

A resolução de um exercício tradicional é obtida de forma imediata e automática, pois o “enunciado traz informações e dados muito bem descritos, de modo que a interpretação direta do texto” (SASSERON, 2017, p. 69) indica as ações para obter a resposta esperada que geralmente é única e de conferência exata.

O problema aberto, como o nome sugere, apresenta uma situação problemática aberta e como os dados e informações não são oferecidos, o processo de resolução é definido pelas condições de contorno e análise para estabelecimentos de propostas iniciais. A variedade de respostas e a validade delas devem ser sujeitas à investigação.

A resolução de problemas abertos é uma atividade que demanda tempo. Pensando nisso Carvalho (2014, p. 104) lista diversos pontos que podem nos ajudar:

- I. Considerar uma situação problemática de interesse de seus conhecimentos prévios e mais positiva em relação à Ciência/Tecnologia/Sociedade.
- II. Abordar e definir o problema evidenciando o que se considera importante para começar por um estudo qualitativo da situação.
- III. Emitir hipóteses fundadas sobre os fatores dos quais pode depender a grandeza buscada.
- IV. Elaborar e explicar possíveis estratégias de resolução, antes de proceder a esta, evitando o puro ensaio e erro.
- V. Realizar a resolução verbalizando ao máximo, fundamentando o que se faz.
- VI. Analisar os resultados à luz das hipóteses elaboradas e, em particular, dos casos limites considerados.
- VII. Considerar as perspectivas abertas pela investigação realizada.
- VIII. Elaborar um registro que explique o processo de resolução.

Assim, o objetivo é promover o interesse do aluno pela situação problema que envolve Ciência/Tecnologia/sociedade onde os alunos vão enfrentar primeiro de uma forma qualitativa, buscando elaborar hipóteses, identificar situações de contorno e limites de suas hipóteses (CARVALHO, 2014). A ausência de números desenvolverá a criatividade e a ordem de pensamento do aluno, quando ele verbalizar as estratégias de resolução por argumentações fundamentadas. A resolução se dá, analisando os resultados obtidos no confronto de hipóteses com as condições de contorno estudadas.

O registro de todo o processo é importante para a apropriação do conhecimento. A função do professor durante a discussão é conduzir o raciocínio dos alunos, fazê-los pensar e avaliar as diferentes situações (CARVALHO, 2014).

1.3.5 Laboratório aberto

Nas aulas em um laboratório tradicional geralmente os alunos seguem um roteiro sem a tomada de decisão, relacionando qualquer resultado diferente do esperado como fracasso. Borges (2002) cita a pouca efetividade do laboratório tradicional nas mudanças das concepções espontâneas dos alunos, por exemplo, em alguns laboratórios podemos encontrar equipamentos muito longe da realidade dos alunos, resumindo-se a excessivas observações causando prejuízos à imaginação e ao conhecimento prévio. Assim, o laboratório tradicional faz com que professores e alunos fiquem com a falsa impressão de que as atividades práticas se assemelham as atividades experimentais feitas por cientistas em um laboratório de pesquisa

[...] o cientista passou anos de sua vida estudando uma determinada área da ciência e quando se prepara para realizar um experimento ou conjunto de experimentos, ele o faz para resolver um problema que o interessa, e para o qual pode estar buscando uma solução há muito tempo (BORGES, 2002, p. 297).

Por outro lado, o laboratório aberto propõe uma investigação experimental, em grupo, na qual pretende-se resolver um problema. O objetivo do laboratório aberto é relacionar a estrutura matemática com as variáveis encontradas.

Os níveis de investigação no laboratório de ciências proposto por Borges (2002, p. 306) para relacionar o problema e procedimentos às conclusões tiradas a partir dos resultados são dados no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1 – Níveis de investigação no laboratório de ciências proposto por Borges

Nível de Investigação	Problema	Procedimentos	Conclusões
0	Dado	Dados	Dadas
1	Dado	Dados	Em aberto
2	Dado	Em aberto	Em aberto
3	Em aberto	Em aberto	Em aberto

Fonte: BORGES (2002, p. 306)

No nível 0, considerado o laboratório fechado, é entregue um roteiro com o enunciado, procedimentos “e aquilo que se deseja observar/verificar, ficando a cargo dos estudantes coletar dados e confirmar ou não as conclusões” (BORGES, 2002, p. 305). No nível 1, com o roteiro é dado o enunciado e como proceder e cabe ao aluno obter suas

próprias conclusões (CARVALHO, 2014). No nível 2 de investigação, que Carvalho (2014) chama de laboratório aberto, um problema é proposto a grupos de alunos que decidem quais procedimentos irão buscar para resolver e obter as conclusões. O nível 3 se trata do “mais aberto de investigação onde o estudante deve fazer tudo, desde a formulação do problema até chegar às conclusões” (BORGES, 2002, p. 305).

Para Borges essas etapas acontecem ao mesmo tempo e de forma recursiva. O autor alerta que não esperamos reconhecer nitidamente as etapas e nem progresso e autonomia nos alunos quando estão trabalhando para resolver problemas e desafios.

Quando estamos no laboratório observando os alunos, podemos subdividir o ‘procedimento’ e as conclusões em etapas menores. Dentro do ‘procedimento’, podemos observar quando os alunos ‘levantam hipóteses’, ‘elaboram o plano de trabalho’, ‘montam os arranjos experimentais e coletam os dados’. Para chegar às ‘conclusões’, os alunos precisam passar pela etapa de análise dos dados’ (CARVALHO, 2014, p. 73).

As aulas em um Laboratório Aberto são construídas se o professor oferecer liberdade intelectual nas etapas da aula do laboratório. A primeira etapa, a proposta de um problema experimental é, sem dúvida alguma, a função do professor (CARVALHO, 2014). Na segunda etapa são os alunos trabalhando em grupo sem interferência do professor. Na terceira etapa os alunos expõem para a classe como resolveram o problema. E na quarta etapa o aluno individualmente escreve seu relatório. Nessa etapa é que ele mostra o que entendeu em cada procedimento por meio da linguagem escrita e argumentação na construção do conceito.

1.3.6 Sistematização do conhecimento

Para reforçar o que foi apresentado na demonstração investigativa ou laboratório aberto é interessante o professor sistematizar os conhecimentos construídos por meio de uma aula teórica interativa, organizando o conceito trabalhado no experimento, “fazendo a passagem das relações qualitativas entre as variáveis para a sistematização em uma fórmula” (CARVALHO, 2014, p. 83).

Os alunos precisam de ajuda para a transição dos relatórios de uma experiência para a linguagem matemática e o professor, com o papel de orientador, introduz conceitos físicos e matemáticos, para a tradução da linguagem falada, que expressavam as hipóteses, para a linguagem científica.

Diferente de uma aula do ensino tradicional que precisa de um tempo curto para a exposição do conteúdo, no ensino por investigação a sistematização do conhecimento necessita de um tempo maior e cria oportunidade para os alunos construírem a compre-

ensão de uma das partes mais difíceis do ensino de Física, a relação entre a Física e a Matemática (CARVALHO, 2014).

1.4 Apreciação dos conhecimentos ao finalizar uma SEI: avaliação

O acompanhamento do processo de ensino e aprendizagem é necessário e deve ser permanente para perceber progressos, dificuldades e assim “reorientar o trabalho para as correções necessárias” (LIBÂNEO, 1992, p. 195). Os aspectos quantitativos e qualitativos pela coleta de dados, no decorrer do processo tanto para o professor quanto para os alunos levam a reflexão para o nível de qualidade que se pretende do aproveitamento escolar. Zabala (1998, p. 195) ressalta que:

[...] para muitos a avaliação é uma forma prioritária ou exclusiva para os resultados alcançados pelos alunos, onde os objetivos previstos são como alvos a serem alcançados e a avaliação um instrumento ou processo para sancionar e qualificar em que o sujeito da avaliação é o aluno somente e o objeto da avaliação “são as aprendizagens realizadas segundo certos objetivos mínimos para todos” (ZABALA, 1998, p. 195).

Com isso, diferentes países e grupos de educadores, manifestaram inquietação por meio das reformas educacionais, ao propor estudos sobre a avaliação que vão além de valorizar os resultados obtidos pelos alunos. Aparecendo dimensões no processo avaliativo como progresso pessoal, processo coletivo de ensino/aprendizagem etc para definir a avaliação, as vezes equivocada, em que sujeitos e objetos de estudos aparecem confusos e indeterminados. Neste caso, o sujeito da avaliação pode ser o aluno, o grupo ou a sala, inclusive professores. E em contraponto, o objeto de avaliação pode ser o método ou os resultados obtidos, outras vezes a intervenção do professor.

Numa concepção do ensino centrado na seleção dos alunos mais preparados para continuar a escolarização até os estudos universitários, é lógico que o sujeito de avaliação seja o aluno e que se considerem objeto da avaliação as aprendizagens alcançadas em relação às necessidades futuras que foram estabelecidas - as universitárias. Desta forma se dá prioridade a uma clara função sancionadora: qualificar e sancionar desde pequenos aqueles que podem triunfar nesta carreira até a universidade (ZABALA, 1998, p. 197).

Para Zabala (1998) essa não é a função social do ensino. Para a formação integral aconteça se leva em consideração o desenvolvimento de todas as capacidades da pessoa e não apenas a cognitiva, onde a formação integral seja finalidade principal de ensino. Para isso os conteúdos de aprendizagem avaliados trilhados à universidade serão concomitantes aos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais que também “promovam as capacidades motoras, de equilíbrio e de autonomia pessoal, de relação interpessoal e de inserção social” (ZABALA, 1998, p. 197) o que implica outro olhar para a avaliação, que agora não é mais seletiva, e nem consiste em superar suas

dificuldades e sim a oportunidade de desenvolver o máximo possível o nível de capacidade do aluno.

A dificuldade não está em conseguir que o máximo de alunos acesse a universidade, mas desenvolver o máximo de suas capacidades principalmente aquelas necessárias para tornarem-se bons profissionais. Nestas condições, as capacidades previstas precisam ser consideradas no que envolvem mudanças na construção da avaliação como conteúdos, transparência e organização sobre o que foi aprendido; complexo e contrário ao abordado que é estritamente quantitativo. Assim, segundo Zabala devemos levar em consideração as mudanças que “se referem a valorações e indicadores personalizados que raramente podem se traduzir em notas e qualificações clássicas” (ZABALA, 1998, p. 198).

Avaliar é uma atividade intrínseca e indissociável a qualquer tipo de ação que vise provocar mudanças. Nesse sentido a avaliação é uma atividade constituinte da ação educativa, quer refiramos à avaliação do projeto educativo, avaliação do ensino ou à avaliação da aprendizagem. (DARSIE, 1996, p. 48).

Carvalho (2019) evidencia que as Sequências de Ensino Investigativo são formadas por ciclos e ressaltar a importância de planejar avaliações ao final de atividades ou de ciclos.

[...] No entanto, não deve ter o caráter de uma avaliação somativa, que visa a classificação dos alunos, mas sim, uma avaliação formativa que seja instrumento para que alunos e professores confirmem se estão ou não aprendendo (CARVALHO, 2017, p. 18).

As mudanças centradas na formação integral da pessoa como finalidade de ensino para Zabala (1998) implicam nos conteúdos e na avaliação. Na concepção construtivista, o sujeito da avaliação deixa de ser o aluno para ser a equipe envolvida no processo. Neste momento, ela não apenas é análise de resultado e se torna um processo que tem como primeira fase conhecer “o que cada um dos alunos sabe, sabe fazer e é, e o que pode chegar a saber, saber fazer ou ser, e como aprendê-lo” (ZABALA, 1998, p. 200).

A primeira fase é denominada como avaliação inicial e relaciona objetivos e conteúdos de aprendizagem estabelecendo quais atividades favorecem a aprendizagem. A adaptação para as novas necessidades que se apresentam pode denominar avaliação reguladora. Assim, conhecer como cada aluno aprende no decorrer do processo é o que alguns educadores chamam de avaliação formativa. O termo formativo na proposta é a mudança e a melhoria contínua do aluno avaliado. Nesta segunda fase as atividades permitem que cada aluno atinja os objetivos previstos legitimando, assim, as atividades realizadas. A terceira fase é conhecer quais resultados alcançados utilizam os termos avaliação final ou avaliação somativa. Zabala (1998) prefere os termos avaliação final e avaliação somativa ou integradora para diferenciar os resultados obtidos da análise do processo seguido pelo aluno. Assim, podemos entender a avaliação somativa ou integradora como:

[...] um informe global do processo que, a partir do conhecimento inicial (avaliação inicial), manifesta a trajetória seguida pelo aluno, as medidas específicas que foram tomadas, o resultado final de todo o processo e, especialmente, a partir deste conhecimento, as previsões sobre o que é necessário continuar fazendo ou o que é necessário fazer de novo (ZABALA, 1998, p. 201).

Darsie (1996) compreende que no projeto educativo a avaliação é como uma ação intencional impulsionando a aprendizagem, um instrumento de reflexão transformada em ação. Então a ação de avaliar precisa de avaliação “para que a mesma possa renovar-se constantemente diante das novas situações de aprendizagem” (DARSIE, 1996, p. 49). Carvalho (2019) também cita a avaliação de conceitos e a avaliação das atitudes que os alunos exibem durante as atividades da SEI.

Carvalho (2019) afirma que para haver a mudança de postura do professor exigida pelo processo relacionado às formas de avaliar a aprendizagem de seus alunos, é essencial que ele preste atenção à sua turma, às ações e aos resultados acontecidos e obtidos por ela. Para acompanhar o desempenho dos alunos é importante que o professor utilize como instrumento de avaliação suas observações e seus registros.

Como já comentamos, as capacidades definidas nos objetivos educativos são o referencial básico de todo processo de ensino e, portanto, da avaliação. Mas também é preciso ter presente que os conteúdos de aprendizagem, sobretudo no próprio processo de ensino/ aprendizagem, e concretamente em cada uma das atividades ou tarefas que o configuram, são o referencial funcional para avaliar e acompanhar os avanços dos meninos e meninas (ZABALA, 1998, p. 202).

Os professores, segundo Carvalho (2019), não têm dificuldade na construção de instrumentos para avaliar os conteúdos conceituais que são uma tradição no ensino. Zabala (1998) ao discorrer sobre o processo de avaliação afirma que uma escola que utiliza conteúdos conceituais, em especial os factuais, para valorizar o conhecimento, em geral restringe os instrumentos avaliativos às provas de papel e lápis. Ou seja, o professor deve buscar uma forma bem diferente para obter os resultados, quando se trata de conteúdos conceituais ou procedimentais, e a maior dificuldade é quando os conteúdos atitudinais são avaliados. Por isso, Carvalho (2019) ao propor avaliações na SEI com foco na aprendizagem conceitual cita o planejamento das formas de questionar, construir painéis, cruzadinhas. Nessas atividades também poderão ser avaliados os conteúdos procedimentais e atitudinais. A criatividade do professor nas atividades para torná-las interessante é importante, pois “os alunos nem sempre vão perceber que são avaliados” (CARVALHO, 2019, p. 18) e uma avaliação mais tradicional pode acontecer ao final de uma SEI com a organização de um questionário com assuntos importantes que foram desenvolvidos.

Na atividade de papel e lápis podemos conhecer o saber do aluno, expresso por escrito, sejam os factuais ou os conceituais dentro de suas capacidades cognitivas (ZABALA, 1998). A superação dessas dificuldades tem por finalidade aprender conceitos e construir modelos envolvendo os conteúdos conceituais (POZO; GÓMEZ-CRESPO, 2009). Como os conteúdos procedimentais e atitudinais não são comuns nas atividades escolares, eles ganham importância nas avaliações da SEI, pois são componentes do ensino de Ciências por investigação sendo destacados pelos alunos para os professores (CARVALHO, 2019).

Para desenvolver habilidades cognitivas e de raciocínio científico, bem como habilidades experimentais e de resolução de problemas, os conteúdos procedimentais devem ser relevantes para o ensino de ciências para tornar nossos alunos participativos em seus processos de construção do conhecimento científico. É claro que devemos observar o tempo do aluno, que envolve “superar limitações específicas no aprendizado tanto de técnicas ou destrezas como, principalmente, de estratégias de pensamento e aprendizagem” (POZO; GÓMEZ-CRESPO, 2009, p. 28).

“Os conteúdos procedimentais implicam saber fazer, e o conhecimento sobre o domínio deste saber fazer só pode ser verificado em situações de aplicação destes conteúdos” (ZABALA, 1998, p. 207). Compreender o processo em passos e fases que configuram o conteúdo procedimental e sua aprendizagem não é definido pelo conhecimento que sabe, mas como o transfere para a prática.

Assim, para manifestar o uso correto da língua é essencial as competências linguísticas, nesses casos a competência na ação, ou seja, o saber fazer. Desta forma, o professor pode identificar na realização das atividades o grau de domínio de seus alunos ao dialogarem, debaterem, e cumprirem uma pesquisa etc.

Para Mortimer (2002) é muito difícil para o professor mudar sua prática de sala de aula mantendo os mesmos instrumentos avaliativos. Podemos notar a mudança na prática do professor quando ele passa a usar “estratégias de ensino em que os alunos trabalham em grupos, outras em que os alunos apresentam as conclusões do trabalho em grupo, expõem ideias e argumentam para toda a turma etc (MORTIMER, 2002, p. 31).

Desenvolver atitudes e valores exige dos conteúdos atitudinais o reconhecimento como essencial no ensino das ciências, promovendo normas para regular as atitudes e os valores permitindo a apropriação dessas formas de comportamento pelos alunos e uma aproximação do conhecimento (POZO; GÓMEZ-CRESPO, 2009). “A natureza dos conteúdos atitudinais, seus componentes cognitivos, condutuais e afetivos fazem com que seja consideravelmente complexo determinar o grau de aprendizagem de cada aluno” (ZABALA, 1998, p. 208). Assim, para a avaliação das aprendizagens conceituais e procedimentais é difícil caracterizar a competência do aluno pela sua individualidade,

por isso não encontramos dois professores com a mesma interpretação quanto a esse nível de competência, na aprendizagem atitudinal esse nível de insegurança fica notável pelas posições ideológicas de cada professor.

Ao mesmo tempo, nos encontramos diante de uma tradição escolar que tendeu formalmente a menosprezar estes conteúdos e que reduziu a avaliação a uma função sancionadora, expressada quantitativamente, fato que provocou a ilusão de se acreditar no rigor de suas afirmações porque são matematizáveis. Esta necessidade de quantificação, juntamente com a falta de experiências e trabalhos neste campo, faz com que, muitas vezes, se questione a necessidade de avaliar os conteúdos atitudinais pela impossibilidade de estabelecer avaliações tão "exatas" como no caso de outros tipos de conteúdo (ZABALA, 1998, p. 208).

Carvalho (2017, p. 19) exemplifica os conteúdos procedimentais e atitudinais

Quando na etapa da resolução do problema em pequenos grupos, deve-se observar os alunos: se estes colaboram entre si na busca de solução do problema, se apresentam comportamento que indica uma aprendizagem atitudinal e se eles discutem buscando ideias que servirão de hipóteses e as testam – isso indica uma aprendizagem processual do grupo. É preciso verificar quem não participa nem em termos de atitudes nem em termos de processo. Essa avaliação deve ser feita sempre que os grupos trabalharem. É esse o papel do professor nessa etapa da aula (CARVALHO, 2017, p. 19).

Para Carvalho (2004), o professor precisa apoderar-se de um novo gênero discursivo e fazer com que seus alunos aprendam a argumentar e encontrar suporte nas suas afirmações, criando um ambiente adequado para os alunos refletirem sobre seus pensamentos, “aprendendo a reformulá-los por meio da contribuição dos colegas, mediante conflitos pelo diálogo e tomando decisões coletivas” (CARVALHO, 2004, p. 9).

Para Carvalho (2019), em uma discussão aberta, esperar a vez de falar e respeitar a fala do colega são comportamentos que indicam aprendizagem atitudinal. Além disso, explicar o fenômeno observado e relatar as ações observadas são comportamentos relacionados ao domínio procedimental.

No trabalho escrito dos alunos constata-se a aprendizagem atitudinal quando eles escrevem os verbos de ação no plural mostrando respeito pelo trabalho realizado em grupo, e a aprendizagem procedimental e evidenciada quando relatam, por meio do texto e/ou desenho, a sequência das ações realizadas e as relações existentes entre ações e o fenômeno investigado (CARVALHO, 2017, p. 19).

Algumas etapas da SEI como a leitura de texto levam a resolução de problemas porque foram organizados para contextualizar e/ou aprofundar os conhecimentos destacados na sequência. Nessa atividade o professor pode estabelecer critérios para avaliar se o aluno seleciona as informações pertinentes no texto, uma vez que, a leitura está relacionada a momentos das atividades experimentais vivenciadas anteriormente. Assim, a partir

do trabalho em sala de aula o professor classifica a aprendizagem em conceitual, processual ou atitudinal. Por exemplo, se aconteceu de forma individual e por escrito, podemos classificar esse objetivo como conceitual, mesmo que a atividade tenha sido debatida em sala de aula. Assim, durante a discussão dos conceitos vão surgir atitudes e procedimentos a serem avaliados pelo professor (CARVALHO, 2019).

Outras atividades que apresentam critérios de avaliação atitudinal e procedimental são trabalhos com figuras, construção de painel ou observar vídeos da internet. Assim, pensar uma avaliação formativa no decorrer de uma SEI proporciona aos alunos uma autoavaliação, “cabendo ao professor orientá-los no reconhecimento de seus avanços e nas conquistas que, ainda, precisam ser alcançadas” (CARVALHO, 2019, p. 20).



2 A Sequência de Ensino Investigativa

Neste capítulo delineamos um conjunto de atividades investigativas que fazem parte do nosso repertório para ensinar conceitos de magnetismo de forma que privilegie a participação e a autonomia dos educandos.

Consideramos que essa sequência de atividades, com as devidas adaptações, pode ser utilizada em outros ambientes escolares.

2.1 AULA 1: Apresentação da Proposta de Intervenção

Iniciamos essa atividade com a exposição da proposta de trabalho e com a entrega do termo de livre consentimento. Na sequência, para integrarmos nossos estudantes ao uso do método investigativo utilizamos o restante da aula para apresentar a proposta de trabalho.

A Sequência de Ensino Investigativa foi planejada para 9 encontros que podem ser aplicadas em 12 aulas de 50 minutos (Quadro 2).

Quadro 2 – Resumo da Sequência de Ensino Investigativa

(continua)

Etapa	Tempo de aula (min)	Atividade	Objetivos da atividade
1	50	Apresentação da proposta	<ul style="list-style-type: none">• Apresentar a proposta educacional e Assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)
2	50	Investigando o conhecimento	<ul style="list-style-type: none">• Aplicar questionário inicial para verificação dos conhecimentos prévios dos educandos.
3	100	Leitura de Texto	<ul style="list-style-type: none">• Promover a leitura.• Apresentar os conceitos físicos com uma linguagem formal.• Promover o debate.• Avaliar o ganho conceitual por meio da Tarefa de Leitura.
4	50	Demonstração investigativa	<ul style="list-style-type: none">• Apresentar o problema relacionado ao tema linhas de campo magnético.• Despertar o interesse para o estudo de linhas de campo magnético.• Estimular as atividades em grupos.• Elaborar hipóteses.• Promover o debate.• Avaliar o ganho conceitual.

Etapa	Tempo de aula (min)	Atividade	Objetivos da atividade
5	100	Questões abertas	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver a capacidade de reflexão e organização. • Estimular o uso da linguagem científica. • Promover o debate. • Avaliar o ganho conceitual.
6	100	Problemas abertos	<ul style="list-style-type: none"> • Relacionar conceitos físicos com a linguagem matemática. • Promover o debate. • Avaliar o ganho conceitual.
7	100	Laboratório aberto	<ul style="list-style-type: none"> • Solucionar problemas. • Levantar hipóteses. • Elaborar um plano de trabalho. • Montar o experimento. • Coletar e analisar os dados. • Promover o debate. • Avaliar o ganho conceitual, procedimental e atitudinal.
8	40	Avaliação	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliar o ganho conceitual, procedimental e atitudinal.
9	10	Questionário de opinião	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliar a sequência de ensino investigativa.

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

No Quadro 2 listamos as atividades investigativas que propomos para a intervenção didática e, além disso, explicitamos os objetivos de cada etapa. Aqui, vale a pena lembrar que, para que a sequência atinja seu objetivo final é necessário que as aulas tenham as características essenciais de uma atividade investigativa.

2.2 AULA 2: Investigando Conhecimentos Prévios

Como primeira etapa da SEI o Questionário Prévio tem como objetivo identificar os saberes dos aprendizes sobre magnetismo por meio da avaliação diagnóstica. Nessa avaliação colocamos questões sobre os conteúdos trabalhados na Sequência Investigativa.

A seguir o **Questionário Pré-teste**:

Questionário pré-teste

1) (UFB) Pares de ímãs em forma de barra são dispostos conforme indicam as figuras a seguir:



A letra N indica o polo Norte e o S o polo Sul de cada uma das barras. Entre os ímãs de cada um dos pares anteriores (a), (b) e (c) ocorrerão, respectivamente, forças de:

- a) atração, repulsão, repulsão
- b) atração, atração, repulsão
- c) atração, repulsão, atração
- d) repulsão, repulsão, atração
- e) repulsão, atração, atração

Resposta: A — lembrar de que polos de mesmo nome se repelem e de nomes opostos se atraem.

2) (UFB) Tem-se três barras, AB, CD, EF, aparentemente idênticas. Experimentalmente constata-se que:

- I – a extremidade A atrai a extremidade D
- II – A atrai a extremidade C
- III – D repele a extremidade E

Então:

- a) AB, CD e EF são ímãs
- b) AB é ímã, CD e EF são de ferro
- c) AB é de ferro, CD e EF são ímãs
- d) AB e CD são de ferro, EF é ímã
- e) CD é ímã, AB e EF são de ferro

Resposta: C — lembrar de que ímã atrai ferro independente da polaridade e que polos de mesmo nome se repelem e de nomes opostos se atraem.

3) (ITA) Um pedaço de ferro é posto nas proximidades de um ímã, conforme o esquema abaixo.



Questionário pré-teste

Qual é a única afirmação correta relativa à situação em apreço?

- a) é o ímã que atrai o ferro
- b) é o ferro que atrai o ímã
- c) a atração do ferro pelo ímã é mais intensa do que a atração do ímã pelo ferro
- d) a atração do ímã pelo ferro é mais intensa do que a atração do ferro pelo ímã
- e) a atração do ferro pelo ímã é igual à atração do ímã pelo ferro

Resposta: E — As forças magnéticas obedecem ao princípio da ação e reação (tem sempre mesma intensidade, mesma direção mas sentidos contrários) e surgem sempre aos pares.

4) (UFPA) Para ser atraído por um ímã, um parafuso precisa ser:

- a) mais pesado que o ímã
- b) mais leve que o ímã
- c) de latão e cobre
- d) imantado pela aproximação do ímã
- e) formando por uma liga de cobre e zinco

Resposta: D

5) (UFPA) A Terra é considerada um ímã gigantesco, que tem as seguintes características:



- a) O polo Norte geográfico está exatamente sobre o polo sul magnético, e o Sul geográfico está na mesma posição que o norte magnético.
- b) O polo Norte geográfico está exatamente sobre o polo norte magnético, e o Sul geográfico está na mesma posição que o sul magnético.
- c) O polo norte magnético está próximo do polo Sul geográfico, e o polo sul magnético está próximo do polo Norte geográfico.
- d) O polo norte magnético está próximo do polo Norte geográfico, e o polo sul magnético está próximo do polo Sul geográfico.
- e) O polo Norte geográfico está defasado de um ângulo de 45° do polo sul magnético, e o polo Sul geográfico está defasado de 45° do polo norte magnético.

Resposta: C

Questionário pré-teste

6) (UFRGS) A figura mostra um pedaço de ferro nas proximidades de um dos polos de um ímã permanente.



Selecione a alternativa que completa corretamente as lacunas nas seguintes afirmações sobre essa situação.

A extremidade L do pedaço de ferro é pelo polo K do ímã.

Chamando o polo sul do ímã de S e o norte de N, uma possível distribuição dos polos nas extremidades K, L e M é, respectivamente,

- a) atraída – N, N e S
- b) atraída – N, S e N
- c) repelida – N, S e N
- d) repelida – S, S e N
- e) repelida – S, N e S

Resposta: B - A extremidade L do pedaço de ferro é atraída pelo polo K do ímã (ímã atrai ferro independente da polaridade) - uma das possibilidades é a da figura abaixo.

Tabela 1 – Resposta da questão 7



Fonte: Elaborado pelo autora (2021)

7) (FGV-SP) Da palavra 'aimant', que traduzido do francês significa amante, originou-se o nome ímã, devido à capacidade que esses objetos têm de exercer atração e repulsão. Sobre essas manifestações, considere as proposições:

- I. assim como há ímãs que possuem os dois tipos de polos, sul e norte, há ímãs que possuem apenas um.
- II. o campo magnético terrestre diverge dos outros campos, uma vez que o polo norte magnético de uma bússola é atraído pelo polo norte magnético do planeta.
- III. os pedaços obtidos da divisão de um ímã são também ímãs que apresentam os dois polos magnéticos, independentemente do tamanho dos pedaços.

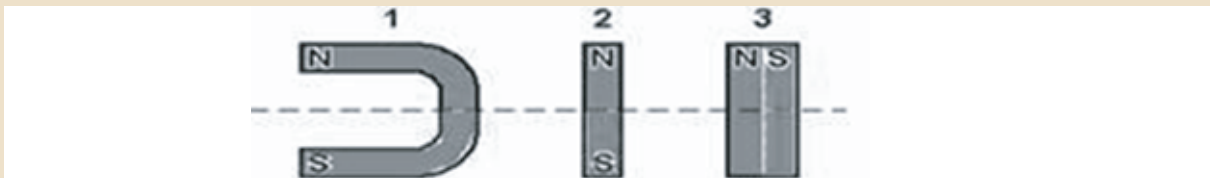
Questionário pré-teste

Está correto o contido em

- a) I, apenas
- b) III, apenas
- c) I e II, apenas
- d) II e III, apenas
- e) I, II e III

Resposta: B – Ainda não foi descoberto ímã monopolo e polos magnéticos da bússola e da Terra serem iguais se repelem, e quantos pedaços se obter da divisão de um ímã teremos outros ímãs.

8) (FGV-SP) Os ímãs 1, 2 e 3 foram cuidadosamente seccionados em dois pedaços simétricos, nas regiões indicadas pela linha tracejada.



Analise as afirmações referentes às consequências da divisão dos ímãs:

- I. todos os pedaços obtidos desses ímãs serão também ímãs, independentemente do plano de secção utilizado;
- II. os pedaços respectivos dos ímãs 2 e 3 poderão se juntar espontaneamente nos locais da separação, retomando a aparência original de cada ímã;
- III. na secção dos ímãs 1 e 2, os polos magnéticos ficarão separados mantendo cada fragmento um único polo magnético.

Está correto o contido apenas em

- a) I b) III c) I e II d) I e III e) II e III

Resposta: A

9) Sobre as propriedades do campo magnético, assinale a alternativa falsa.

- a) As linhas de indução magnética emergem do polo norte magnético e adentram o polo sul magnético.
- b) As linhas de indução magnética são sempre abertas.
- c) A concentração de linhas de indução magnética está relacionada com a intensidade do campo magnético na região.
- d) Não é possível separar, em nenhuma ocasião, os polos norte e sul magnéticos.

Questionário pré-teste

10) Hans Oersted foi um físico dinamarquês que mostrou que cargas elétricas em movimento podem gerar campos magnéticos. A descoberta de Oersted mostrou que o magnetismo e a eletricidade não são fenômenos distintos, mas que um pode gerar o outro. A partir dessa descoberta, iniciaram-se os estudos do eletromagnetismo.



A figura acima mostra uma bússola sofrendo deflexões (desvio da posição natural para o lado) por causa dos campos magnéticos gerados pela passagem das correntes elétricas nos fios retilíneos. Observando o sentido da corrente CC (corrente contínua) indicado na figura, como se comporta a agulha da bússola enquanto estiver passando corrente:

- a) se posiciona paralelamente ao fio retilíneo
- b) faz um ângulo agudo com relação ao fio retilíneo
- c) Gira sem parar para um lado somente
- d) se movimenta hora para um lado, hora para outro lado
- e) faz pequenos movimentos e não chega a girar

11) Segundo a experiência de Oersted, conclui-se que toda corrente elétrica gera ao redor de si um campo magnético. Com isso, pode-se afirmar que as linhas do campo magnético, originadas por um condutor reto percorrido por uma corrente elétrica constante, são:

- a) linhas retas entrando no condutor
- b) linhas paralelas ao condutor
- c) circunferências concêntricas ao condutor, situadas em planos paralelos ao condutor
- d) circunferências concêntricas ao condutor, situadas em planos perpendiculares ao condutor
- e) linhas retas saindo do condutor

12) Sobre o campo magnético, é correto afirmar:

- a) somente é gerado por um ímã
- b) é maior quando gerado pelo polo sul do ímã
- c) é maior quando gerado pelo polo norte do ímã
- d) pode ser gerado por uma corrente elétrica
- e) é menor nas extremidades de um ímã

2.3 AULA 3: Textos de Apoio

Iniciamos essa aula com a entrega de dois textos de apoio e após a leitura fizemos a discussão sobre o tema. Na sequência, os alunos responderam a 8 perguntas baseadas nos textos.

2.3.1 Leitura de texto

A etapa Leitura de Texto tem como objetivo interpretar o texto sobre introdução à história do magnetismo com conceito, características, propriedades, processos de imantação, classificação dos materiais de acordo com o comportamento magnético e construção da bússola.

Iniciamos a aula dividindo a sala em grupos de 4 alunos para a leitura e discussão do texto. O objetivo principal é que os alunos percebam que o ímã é encontrado com as propriedades de atração e repulsão, e é conhecido há muitos anos. Além disso, esperamos que os educandos aprendam a cronologia dos fatos em torno do nome que damos hoje ao magnetismo, bem como as características dos polos e suas propriedades.

Um outro ponto de vale mencionar é que, a partir da leitura dos textos os alunos irão conhecer alguns cientistas que trabalharam em experiências expostas em tratados e livros onde foram registradas a ciência que estuda as propriedades do magnetismo. Esses estudos denominaram os polos do ímã como polos “norte” e “sul” e explicaram suas propriedades de atração e repulsão chegando até a visão microscópica.

O Texto 1, por exemplo, mostra a classificação dos materiais de acordo com a capacidade de adquirir propriedades magnéticas pelo processo de imantação. No mesmo texto temos a bússola como uma conquista da humanidade que teve um papel fundamental nas navegações marítimas.

Por fim, o texto apresenta a classificação dos materiais magnéticos, onde podemos entender que alguns desses adquirem propriedades temporárias ou permanentes dependendo da sua estrutura interna.

Ao longo da história, foram encontrados relatos antigos em manuscritos gregos sobre o poder dessa pedra, considerado sobrenatural (Figura 1), que atraía sucessíveis anéis de ferro sem nenhuma explicação visível, descrito assim por Sócrates:

Há uma divindade contida na pedra que produz os movimentos que Eurípedes chama de ímã [...] Essa pedra não somente atrai anéis de ferro, mas também dá a eles um poder similar de atrair outros anéis [...] e o poder de suspensão de cada um deles deriva da pedra. De modo similar, uma Musa primeiro inspira ela própria alguns homens, e a partir deles uma série de outras pessoas são suspensas, adquirem a inspiração (TAYLOR, 1941, p. 00) (Tradução nossa).

Texto 1

A descoberta do magnetismo

A descoberta do fenômeno do magnetismo, segundo algumas pesquisas, ocorreu devido a algumas observações: os gregos, em Magnésia, cidade da Ásia, perceberam que na região existia um certo tipo de pedra que era capaz de atrair pedaços de ferro; outra provável origem é a do nome do pastor grego que se chamava Magnes que teve uma surpresa ao notar que a ponta de ferro de seu cajado e os pregos de suas sandálias eram atraídos por certas pedras da região do seu pastoreio, que ficava na Tessália. Estas pedras, conhecidas como Magnésia, passaram a ser conhecidas como magnetita. Já os chineses a chamavam de “pedra amante” e isto deu origem à palavra “aimant”, em francês, chegando à palavra ímã como a conhecemos hoje.

Figura 1 – Pintura surrealista do artista polonês Tomaz Alen Kopera lembrando que por algum tempo, os ímãs eram chamados de “pedras amantes” por atraírem uns aos outros



Fonte: PIETROCOLA (2016)

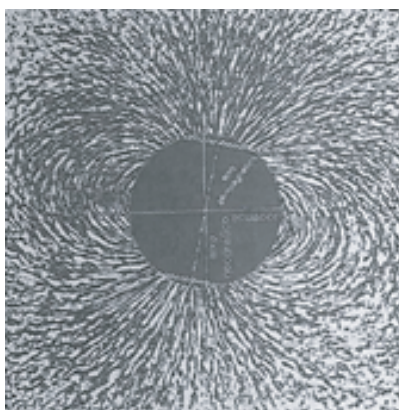
Os ímãs, atualmente reconhecidos quimicamente como Fe_3O_4 , foram descobertos na cidade de Magnésia de onde advém o termo “magnetismo” que é a parte da física que estuda os fenômenos magnéticos, que estão presentes em nosso cotidiano, de forma evidente, nos ímãs de geladeira, no uso de bússolas, ou de forma um pouco menos evidente no funcionamento de aparelhos alto-falantes, televisões, telefones celulares, entre outros.

Em uma primeira tentativa experimental, Pierre Pélerin de Maricourt, conhecido como Petrus Peregrinus, em 1269, escreveu um tratado de física experimental, em busca da compreensão do magnetismo, descrevendo experiências com uma pedra-ímã (magnetita) em forma de esfera, colocando pequenos ímãs em volta, traçando as linhas de campo magnético que se concentravam em dois pontos opostos da esfera – os quais

chamou de polos – orientados espontaneamente um para o Norte e o outro para o Sul da Terra. Mais tarde, estes polos foram chamados de polos magnéticos, em analogia aos polos geográficos da Terra.

O livro *De Magnete* foi o primeiro estudo do magnetismo considerado importante pela realização de muitas experiências sobre o assunto. Escrito de maneira sistemática, pelo inglês William Gilbert, médico da rainha Elizabeth I, foi publicado em 1600 e descreve certas propriedades dos ímãs como seu poder de atração e repulsão.

Figura 2 – Modelo do campo magnético da Terra estabelecida por uma esfera magnetizada



Fonte: MÁXIMO; ALVARENGA (2000)

Com o polo norte (N) e o polo sul (S), os ímãs interagem entre si de forma que polos opostos se atraem e os polos iguais se repelem. Num ímã, um polo não aparece isolado, e se forem partidos os novos pedaços terão seus próprios polos norte e sul.

Os termos imantação ou magnetização são utilizados como forma de dizer que um corpo adquiriu propriedades temporárias ou permanentes de um ímã. Esse fenômeno acontece por meio de alguns processos, tais como o atrito, a indução ou a corrente elétrica. Com uma lista muito grande, muitos desses corpos têm ferro em sua composição.

Uma agulha imantada que gira livremente ao redor de um eixo, alinha-se na mesma direção dos polos geográficos e, por isso, é utilizada por viajantes e navegadores como instrumento de orientação. A nossa conhecida bússola era usada pelos chineses no século XII e pelos ocidentais um século depois, sendo considerada muito importante para o desenvolvimento das Grandes Navegações e para a expansão comercial e marítima, ocorridas entre os séculos XIII e XVI, lideradas por importantes cidades europeias.

Quando aproximamos uma agulha metálica de um ímã ela se torna magnetizada, sendo atraída pelo ímã. No entanto, quando a agulha é afastada do ímã o efeito desaparece. Para transformá-la em um ímã permanente é preciso friccioná-la repetidas vezes, sempre na mesma direção e assim podemos construir uma bússola com esse procedimento.

Assim, com base no exemplo da agulha, podemos classificar a maioria das substâncias em três grupos de materiais magnéticos: os diamagnéticos, os paramagnéticos e os ferromagnéticos. Esses são os principais materiais magnéticos.

No Texto 2 a seguir vamos discutir cada um desses materiais mostrando como eles se magnetizam no nível microscópico.

Texto 2

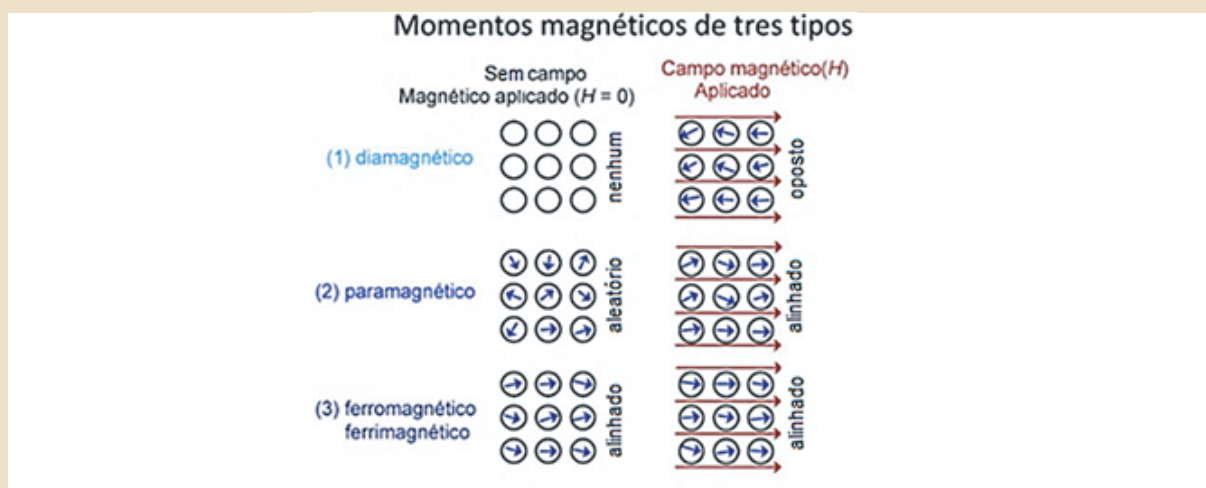
Magnetização de um material

Um material diamagnético é levemente repelido pelo ímã, por exemplo, um pedaço de grafite suspenso por uma linha, bem próximo a um super ímã (ímã de neodímio), onde este material será repelido não importando o polo do ímã. São exemplos de materiais diamagnéticos a água, a prata, o ouro, o chumbo e o quartzo (Figura 1).

Os materiais paramagnéticos são fracamente atraídos pelo ímã, por exemplo: pedacinhos de alumínio suspensos por uma linha, bem próximo a um ímã, serão atraídos não importando o polo do ímã. A maioria dos materiais são paramagnéticos como o vidro, a platina, o manganês, o cromo, o estanho, o ar, entre outros (Figura 1).

Os materiais ferromagnéticos se comportam da mesma maneira que os materiais paramagnéticos, diferenciando-se somente na intensidade da atração. Por exemplo, após sofrer o processo de imantação, o ferro é fortemente atraído por um ímã e consegue manter sua magnetização por muito tempo. Isso não acontece com os materiais diamagnéticos e paramagnéticos. São alguns exemplos de materiais ferromagnéticos: o ferro, o níquel, o cobalto e algumas ligas formadas com esses elementos (Figura 1).

Figura 1 – Representação esquemática dos momentos magnéticos para os três tipos de materiais magnéticos



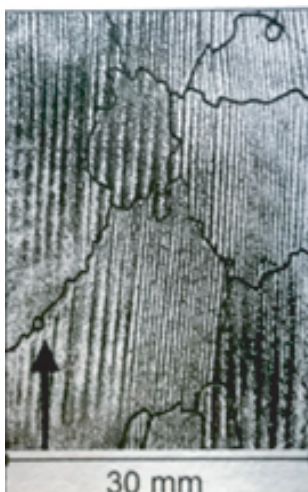
Fonte: Elaborada pela autora (2021)

A magnetização desses materiais depende de suas propriedades intrínsecas que têm origem na estrutura eletrônica do átomo. Do ponto de vista clássico, podemos explicar a origem dos momentos magnéticos associados ao elétron como o momento angular de spin (“giro”) do elétron. Quando esses materiais são colocados em um campo magnético externo, os momentos magnéticos intrínsecos tendem a se alinhar com o campo magnético externo.

Assim, para entender as propriedades que derivam do mundo microscópico observamos um modelo construído a partir dos átomos de um material ferromagnético considerando-os como partículas equivalentes a pequenos ímãs (Figura 4). Para observar o comportamento magnético de um material separamos uma amostra (Figura 4) e verificamos que o comportamento macroscópico resulta da interação, a nível microscópico, entre esses ímãs em pequenas regiões denominadas domínios magnéticos. Portanto, o aumento no tamanho dos domínios magnéticos resultará em uma magnetização que perdurará por mais tempo. Isso mostra que, o mais importante nos materiais não é o momento magnético individual dos átomos, mas a capacidade da amostra em gerar domínios magnéticos que são efeitos coletivos.

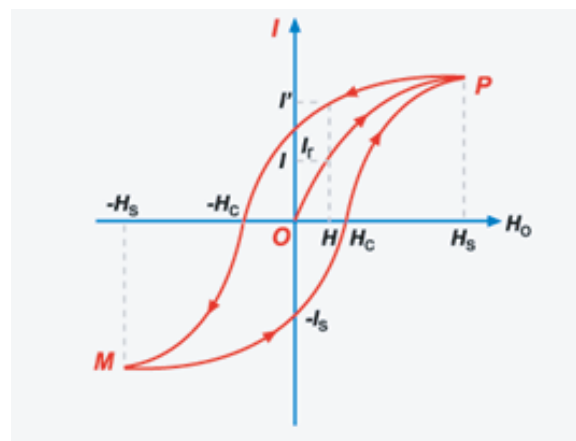
Uma substância ferromagnética quando colocada num campo magnético, magnetiza-se e ao ser retirada do campo magnético, não se desmagnetiza completamente, apresentando ainda certa magnetização mesmo na ausência do campo magnético aplicado. Essa capacidade de guardar por mais tempo as propriedades de um ímã, uma característica das substâncias ferromagnéticas, é denominada de histerese magnética (Figura 5).

Figura 4 – Domínios magnéticos



Fonte: PIETROCOLA (2016)

Figura 5 – Diagrama ilustrando o fenômeno da histerese em uma substância ferromagnética



Fonte: INSTITUTO DE FÍSICA/USP (2007)

O gráfico da Figura 5 do fenômeno da histerese magnética mostra a curva I (imantação) em função de H0 (campo de indução magnético) de uma substância ferromagnética que inicialmente não apresenta magnetização. Ao aplicarmos um aumento gradual no valor

do campo magnético a partir de zero até o valor H_s , sua imantação também aumentará de acordo com a curva OP. Se diminuirmos o valor do campo aplicado a partir de H_s , onde a curva de volta não é PO, vemos sua imantação diminuir conforme a curva P1r, mostrando que, quando o campo aplicado é reduzido a zero o material ainda apresenta uma imantação residual na substância ferromagnético.

Ainda no gráfico, para desmagnetizar a substância precisamos de aplicar um campo magnético no sentido oposto, sendo que, ao atingir o valor $-H_c$ a imantação será anulada. Aumentando o campo magnético no sentido oposto a partir de zero até $-H_s$ chegamos ao ponto M, na parte negativa do gráfico, agora com sentido oposto ao do ponto P. Na sequência, diminuindo o campo magnético a zero, vemos também uma imantação residual representada por $-I_s$ e seu valor vai a zero quando atingimos H_c .

Segundo Luz (2000), para alguns materiais ferromagnéticos que apresentam uma histerese muito acentuada, temos como exemplo o aço temperado que conserva uma imantação residual considerável. Além disso, essas substâncias com histereses acentuadas são usadas na construção de ímãs permanentes. Por outro lado, um tipo especial de ferro, denominado ferro doce, que apresenta uma histerese muito reduzida (praticamente nula) é usado em certos aparelhos, como, por exemplo, um eletroímã, onde é necessário que o núcleo de ferro perca praticamente toda sua imantação, assim que o campo magnético aplicado nele desaparece.

Figura 6 – Exemplos de desmagnetização



Fonte: Elaborada pela autora (2021)

Um ímã pode perder suas propriedades magnéticas, ou seja, ser desmagnetizado, se cair no chão ou se for aquecido demais, em uma temperatura a partir 770° para o ferro que é um dos elementos químicos do ímã natural. Cada substância apresenta uma temperatura de desmagnetização denominada de Ponto Curie em homenagem a Pierre Curie (1859-1906), que explicou a influência da temperatura na magnetização. As temperaturas superiores às do Ponto Curie levam a agitação térmica dos elétrons impedindo seu alinhamento. Outro exemplo de desmagnetização poder ser a desordenação magnética, ou seja, uma intensa magnetização externa que pode alterar os domínios magnéticos até não existir magnetização resultante.

Na sequência entregamos a ficha com as questões de leitura do texto. A ficha contém 9 perguntas e deve ser respondida em 50 minutos.

A seguir, apresentamos a ficha **Questões da Leitura de Texto** entregue aos alunos.

Questões da Leitura de Texto

Escola: _____

Professora: _____

Turma: _____ Data: ____ / ____ / _____ Turno: _____

Aluno: _____

1) Gilbert imaginou um gigantesco ímã em forma de barra no interior da Terra cuja posição dos polos magnéticos coincidiriam com os polos geográficos, e esse modelo foi considerado satisfatório porque uma esfera magnetizada apresentava o mesmo comportamento magnético da Terra. Explique no que Gilbert se baseou para descrever as relações dos polos geográficos e magnéticos e sua proximidade?

2) Uma região do espaço terrestre apresenta um campo magnético e nele existe pelo menos um objeto magnetizado dentro de sua vizinhança tal como uma bússola. A agulha da bússola tem pequena massa e é móvel podendo mudar de posição, por isso serve para indicar a presença de um campo magnético revelando a interação entre o objeto magnetizado e a agulha da bússola. Com base nessas informações e no texto “A descoberta do magnetismo”, você pode explicar por que a agulha da bússola adquire a direção norte-sul magnética da Terra?

3) As auroras são fenômenos luminosos observados no céu das regiões polares da Terra. Quando a aurora é vista no hemisfério Norte, recebe o nome de aurora boreal; quando ocorre no hemisfério Sul, é chamada de aurora austral. A aurora é formada por uma interação entre os ventos solares e o campo magnético terrestre. Os ventos solares são grandes quantidades de radiação expelida pelo Sol e ocorrem constantemente, mas aumentam durante as erupções solares. Levando em consideração sua vivência faça uma lista de objetos que podem ser influenciados pela ausência/ou variação muito grande do campo magnético da Terra e as consequências disso.

Questões da Leitura de Texto

4) A magnetosfera é a região no entorno da Terra em que o campo magnético terrestre é detectado, ou seja, tem algum tipo de influência relevante. Essa camada é finita em sua extensão e é fortemente influenciada pelo Sol sendo que o lado exposto aos raios solares possui extensão menor do que o outro lado oposto aos raios. Com isso podemos afirmar que o campo magnético da Terra é a mesma em todos os pontos de sua superfície?

5) No texto "Magnetização de um material" vimos que os momentos magnéticos individuais interagem entre si gerando os domínios magnéticos, regiões em que os átomos apresentam relativa organização magnética a nível microscópico. Utilizando o conceito de domínio magnético explique o processo de magnetização dos materiais ferromagnéticos, a exemplo do que acontece com a agulha de uma bússola.

6) As imagens obtidas da ressonância magnética nuclear são de grande valia para diagnóstico médico e suas imagens estão associadas ao magnetismo da matéria. Os prótons e nêutrons no núcleo também apresentam um momento magnético intrínseco. Aplicando um campo magnético ao núcleo do átomo este vai interagir com o campo externo. Com base nestas informações e o que você aprendeu sobre bússola explique como se dá essa interação.

7) (Pietrocola, 2016) Um estudante desejava grudar um recado na porta da geladeira de casa. Não tendo com que prender o recado, lembrou-se de um ímã guardado na gaveta de sua escrivaninha. Apanhou-o e foi surpreendido pelo fato de ele não parar grudado, mas cair invariavelmente no chão. Pensou, então, em reimantá-lo. Quais foram as possíveis causas para que o ímã perdesse sua imantação? Liste abaixo as possíveis causas do ímã ter perdido sua imantação.

8) Por que nem todos os materiais cujos átomos individualmente têm efeito magnético são atraídos/ou repelidos por um ímã?

2.4 AULA 4: Demonstração Investigativa

2.4.1 Campo magnético de ímãs permanentes

Essa etapa da SEI tem como objetivo investigar como se comportam as linhas de campo magnético de ímãs permanentes de diferentes formatos. Para tanto buscamos trabalhar com discussões até chegar às explicações do fenômeno estudado. Assim, esta aula promove a verificação da existência de linhas de campo magnético por meio de uma atividade investigativa.

Na demonstração investigativa o educando terá a oportunidade de aplicar os conhecimentos adquiridos na leitura de texto, vez que no texto estava a informação de que no ímã existem dois polos magnéticos e que estes podem atrair ou repelir objetos ferromagnéticos. Assim, o aluno poderá identificar essas propriedades visualmente.

Para o melhor aproveitamento da atividade é interessante o professor utilizar ímãs que tenham os polos magnéticos nas cores azul e vermelho. Uma sugestão caso não tenha é utilizar durex colorido para indicar os polos norte e sul do ímã.

A seguir, apresentamos a ficha da **Demonstração Investigativa** entregue aos alunos.

Demonstração Investigativa

Escola: _____

Professora: _____

Turma: _____ Data: ____ / ____ / ____ Turno: _____

Aluno: _____

Caro aluno a demonstração investigativa consiste de um ímã em forma de barra e um punhado de pó de ferro (limalha de ferro). Vamos jogar o pó de ferro próximo ao ímã e estudar suas propriedades. Assim, antes de realizarmos a atividade, responda os seguintes questionamentos sobre o que vai ser demonstrado.

Questão proposta 1: O que pode acontecer com as limalhas se aproximarmos um ímã em forma de barra por cima da folha? E como as limalhas vão se comportar quando aproximarmos o ímã por baixo?

No espaço a seguir vocês devem formular uma hipótese inicial para questão proposta, justificando com argumentos.

Demonstração Investigativa

Após a observação da demonstração o que vocês podem afirmar sobre a hipótese feita? Ela se confirmou? Caso não tenha sido confirmada, revise a hipótese e seu argumento no espaço abaixo.

Questão proposta 2: O que pode acontecer com as limalhas se aproximarmos o ímã em forma de rosca por cima da folha? E como as limalhas vão se comportar quando aproximarmos o ímã por baixo?

No espaço abaixo vocês devem formular uma hipótese inicial para a questão proposta, justificando com argumentos.

Após a observação da demonstração o que vocês podem afirmar sobre a hipótese feita? Ela se confirmou? Caso não tenha sido confirmada, revise a hipótese e seu argumento no espaço abaixo.

Questão proposta 3: O que pode acontecer com as limalhas se aproximarmos um ímã em forma de ferradura por cima da folha? E como as limalhas vão se comportar quando aproximarmos o ímã por baixo?

Demonstração Investigativa

No espaço abaixo vocês devem formular uma hipótese inicial para a questão proposta, justificando com argumentos.

Após a observação da demonstração o que vocês podem afirmar sobre a hipótese feita? Ela se confirmou? Caso não tenha sido confirmada, revise a hipótese e seu argumento no espaço abaixo.

Questão proposta 4: O que pode acontecer com as limalhas se aproximarmos um ímã em forma de disco por cima da folha? E como as limalhas vão se comportar quando aproximarmos o ímã por baixo?

No espaço abaixo vocês devem formular uma hipótese inicial para a questão proposta, justificando com argumentos.

Após a observação da demonstração o que vocês podem afirmar sobre a hipótese feita? Ela se confirmou? Caso não tenha sido confirmada, revise a hipótese e seu argumento no espaço abaixo.

2.5 AULA 5: Questões Abertas

As questões abertas se assemelham aos problemas, com a diferença de que não pretendem que o aluno chegue às relações matemáticas entre as grandezas envolvidas. Ao discutir e buscar a resposta de uma questão aberta, os alunos utilizam os conceitos em uma situação ainda não discutida, não usada como exemplo em sala de aula, justificando teoricamente a resposta (CARVALHO, 2014).

A seguir apresentamos a ficha de **Questões Abertas** a ser entregue aos alunos.

Questões Abertas

Escola: _____

Professora: _____

Turma: _____ Data: ____/____/____ Turno: _____

Aluno: _____

Caro(a) aluno(a) iniciaremos uma nova etapa que consiste em responder alguns questionamentos sobre o que aprendemos até agora.

Questão 1: Quando falamos de Magnetismo, qual o primeiro objeto em que vocês pensam? E por que este objeto?

Questão 2: Marta quer colocar um quadro na sua sala e comprou um parafuso que pode ser colocado direto na parede. Ela está com um problema. Está sozinha em casa e não consegue segurar o parafuso no local onde pretende colocar o quadro pois o parafuso não fica preso à furadeira.

Marta lembrou que possui uma coleção de ímãs de geladeira, e acredita que podem lhe ajudar. Como os ímãs podem ajudar a Marta?

Questão 3: O pai de Daniel, que é professor de Física, pediu que ele pegasse na caixa de experimentos um ímã em forma de barra. Com o objetivo de ensinar algo ao filho ele pergunta:

__ Como você encontraria os polos norte e sul deste ímã?

__ E como sabemos que existe um outro ímã próximo dele?

Questão 4: Paulinha estava na sala brincando com a bússola de pescar de seu pai quando sua mãe a chamou. Ela pede pressa e Paulinha responde:

__ Já vou mãe, tô seguindo a bússola.

Questões Abertas

Quando sua mãe vai olhar, Paulinha está andando em círculo perto da estante onde tem a televisão e um home theater. E pergunta:

__ O que está acontecendo Paulinha?

Você sabe o que está acontecendo e o porquê?

Questão 5: Por que a agulha de uma bússola se alinha com a direção norte-sul da Terra? E o que faz com que a agulha de uma bússola mude de posição?

Questão 6: Existe uma forma de impedir que um ímã atraia o outro?

Questão 7: Um objeto pode se tornar um ímã? Quantos cliques de papel podem ser pendurados num mesmo ímã?

Na sequência apresentamos as respostas esperadas para as questões abertas.

Resposta esperada para a Questão 1: Nesse momento esperamos que os alunos já reconheçam que outros objetos podem exibir magnetismo. Provavelmente não conseguirão exemplificar e então citarão a magnetita (ímã) como exemplo.

Resposta esperada para a Questão 2: A ideia é que os alunos entendam por meio do texto que um material ferromagnético adquire as propriedades de um ímã. O aluno pode usar essa informação para responder que o parafuso pode ser imantado utilizando-se um ímã permanente e, com isso, ao ser parafusado ele não vai se desprender da furadeira.

Resposta esperada para a Questão 3: Nesta questão o aluno deve concluir que com uma bússola ele pode identificar os polos de um ímã, material que poderá ser encontrado na caixa do seu pai que é professor de Física. Além disso, o aluno pode descrever a presença de outro ímã pelo comportamento de um outro ímã que ele possua.

Resposta esperada para a Questão 4: Esperamos que o aluno possa identificar que na televisão e no home theater encontramos ímãs em seus alto-falantes atraindo assim a bússola que Paulinha está na mão.

Resposta esperada para Questão 5: Esperamos que o aluno mencione na sua resposta o texto que aborda os polos geográficos da Terra e os polos magnéticos do ímã. Além disso, que o educando cite em sua resposta que a bússola tem propriedades magnéticas e que seu polo norte magnético será atraído pelo polo norte geográfico da Terra e que o seu polo sul magnético será atraído pelo polo sul geográfico da Terra.

Resposta esperada para a Questão 6: Existe uma forma de impedir que um ímã atraia o outro?

Resposta esperada para a Questão 7: Um objeto pode se tornar um ímã? Quantos cliques de papel podem ser pendurados num mesmo ímã?

2.6 AULA 6: Problemas Abertos

Os Problemas Abertos contidos nesta SEI tiveram como objetivo o desenvolvimento da capacidade argumentativa do aluno a partir do que ele aprendeu sobre campo magnético criado por uma corrente elétrica em um condutor. Para tanto, a atividade contou com a explanação e a construção do experimento de Oersted, no qual foram abordadas a Lei de Ampere e a Regra da Mão Direita e culminou com a construção de um eletroímã. A atividade foi dividida em dois momentos: experimento de Oersted e eletroímã.

A seguir verificamos a ficha do primeiro momento dos **Problemas Abertos** que foi entregue aos alunos.

Problemas Abertos

Escola: _____

Professora: _____

Turma: _____ Data: ____/____/____ Turno: _____

Aluno: _____

Caros alunos, temos a nossa frente um kit que consiste em um pequeno circuito formado por uma chave, uma bateria e um fio de cobre, e junto com o circuito uma bússola e um ímã para analisarmos os seguintes questionamentos:

a) O que acontece com a ponta vermelha da agulha se a colocarmos alinhada paralelamente ao fio e ligarmos a chave?

Problemas Abertos

b) Mantendo a agulha paralela ao fio o que acontecerá com a ponta vermelha da agulha se fizermos um giro bem devagar em torno do fio retilíneo com a chave ligada?

c) O que acontece com a agulha de uma bússola alinhada perpendicularmente a um fio retilíneo quando ligamos o interruptor?

Você consegue construir uma regra para a direção e o sentido do campo magnético utilizando o polegar e os quatro dedos da sua mão direita, onde o polegar deve apontar no sentido da corrente convencional? Se sim, descreva essa regra no espaço disponível abaixo.

A seguir a ficha do segundo momento dos Problemas Abertos que foi entregue aos alunos.

Problemas Abertos: segundo momento

Escola: _____

Professora: _____

Turma: _____ Data: ____ / ____ / _____ Turno: _____

Aluno: _____

Caros alunos, no problema aberto anterior observamos o campo magnético criado por uma corrente elétrica. Para responder o problema a seguir vocês receberão um kit com pedaços de fio de cobre e materiais diamagnéticos, paramagnéticos e ferromagnéticos para construir um objeto com propriedades de um ímã.

Problemas Abertos: segundo momento



1) Tomando como base a figura do enrolamento de um fio como uma espiral de caderno, construa seu enrolamento utilizando uma caneta esferográfica como molde. Coloque o enrolamento a uma distância de 5cm de um clipe de papel e anote o que você observou.

2) Agora fazendo o mesmo procedimento do item 1, porém colocando dentro do enrolamento um material que preencha todo o espaço entre os fios, coloque esse enrolamento a uma distância de 5cm de um clipe de papel e diga se a força magnética diminuiu, permaneceu a mesma ou aumentou quando comparada ao caso em que não havia material preenchendo o espaço vazio. Faça essas anotações no quadro abaixo.

Enrolamento com madeira	Diminui <input type="radio"/>	Permanece o mesmo <input type="radio"/>	Aumentou <input type="radio"/>
Enrolamento com alumínio	Diminui <input type="radio"/>	Permanece o mesmo <input type="radio"/>	Aumentou <input type="radio"/>
Enrolamento com plástico	Diminui <input type="radio"/>	Permanece o mesmo <input type="radio"/>	Aumentou <input type="radio"/>
Enrolamento com grafite	Diminui <input type="radio"/>	Permanece o mesmo <input type="radio"/>	Aumentou <input type="radio"/>
Enrolamento com ferro	Diminui <input type="radio"/>	Permanece o mesmo <input type="radio"/>	Aumentou <input type="radio"/>

Problemas Abertos: segundo momento

Agora, organize no quadro a seguir em ordem crescente de intensidade o campo magnético produzido pelos diferentes materiais.

Ordem crescente (do mais fraco para o mais forte)	Material
1	
2	
3	
4	
5	

2.7 AULA 7: Laboratório Aberto

O objetivo desta aula foi construir um pequeno eletroímã que causasse na agulha de uma bússola a mesma deflexão causada por um pequeno ímã de neodímio.

Inicialmente distribuimos para cada grupo um kit contendo fio de cobre esmaltado, pilha de 2V, bússola e uma folha de papel A4.

Com a bússola na direção norte-sul da Terra o aluno fez uma marcação no papel A4 indicando os pontos cardiais. Na sequência aproximou um ímã pequeno arrastando-o sobre a linha perpendicular à agulha da bússola de modo que ela se inclinou fazendo um ângulo com a direção leste-oeste. Quando o ângulo de inclinação da agulha chegava a 45 graus o aluno anotava a distância que o ímã estava da bússola. Assim, utilizando o fio esmaltado e a pilha o aluno construía um eletroímã com um campo magnético forte o suficiente para que quando colocado na posição onde estava o ímã ele produzisse na agulha da bússola o mesmo deslocamento angular.

A seguir apresentamos a ficha do **Laboratório Aberto** que foi entregue aos alunos.

Laboratório Aberto

Escola: _____

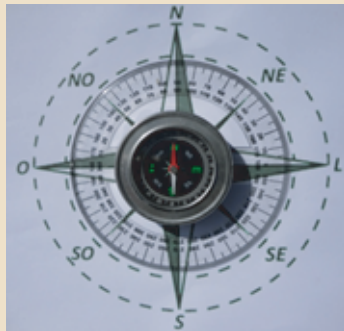
Professora: _____

Turma: _____ Data: ____/____/____ Turno: _____

Aluno: _____

Caros alunos, temos a nossa frente um kit que consiste em uma bússola, transferidor, ímãs, pilhas e fios esmaltados para nosso desafio.

Com a bússola na direção norte-sul da Terra marque no papel A4 indicando os pontos cardiais.



Agora, tomando como base a figura acima responda a seguinte pergunta: o que acontece com a agulha da bússola quando aproximamos um ímã pequeno arrastando-o sobre a linha Leste-Oeste? (Use na sua resposta a rosa dos ventos e ângulos para indicar direção e sentido da agulha e, além disso, diga qual é a distância que o ímã está da bússola).

A partir dos dados coletados na etapa anterior propomos a você o seguinte desafio: construa uma bobina com a capacidade de provocar na agulha o mesmo deslocamento angular causado pelo ímã permanente quando colocado na mesma posição em que ele estava.

Para auxiliar no seu trabalho anote todos os procedimentos realizados para resolver o desafio, ou seja, defina todas as hipóteses que precisam ser testadas e o passo a passo para a coleta de dados. Com isso, listamos abaixo alguns tópicos importantes a serem registrados no seu plano de trabalho.

1) Aqui você e seus colegas podem colocar as primeiras impressões sobre o problema e, também, escrever as hipóteses levantadas pelo grupo para a sua solução.

Laboratório Aberto

2) Aqui você e seus colegas podem relatar as tentativas de resolver o problema. Ou seja, vocês devem escrever os procedimentos adotados na montagem do arranjo experimental.

3) Aqui você pode escrever a conclusão do trabalho discutindo a validade (ou não) das hipóteses levantadas no item 1.

2.8 AULA 8: Questionário Final

Essa aula é destinada à aplicação do questionário final para a avaliação formal do conteúdo. Para efeitos de comparação aplicamos o mesmo questionário utilizado na aula 1.

2.9 AULA 9: Questionário de Opinião

O questionário de opinião foi entregue junto com a avaliação, o qual continha dez perguntas sobre nossa proposta. Por meio dele os alunos puderam não só avaliar a metodologia proposta, mas também a sua participação nas atividades.

A seguir temos o **Questionário de Opinião**.

Questionário de Opinião

Caro aluno, solicito a sua contribuição para o preenchimento deste questionário. Ele tem por objetivo verificar a sua opinião quanto a sequência de ensino por investigação (SEI) que fizemos para o estudo da força elástica. Não existem respostas certas ou erradas. Por isso lhe solicito que responda de forma espontânea e sincera a todas as questões. **O nome é opcional.**

Dê sua nota, marcando um X para cada item de acordo com a escala:

Ruim					Ótimo
1	2	3	4	5	

3 Considerações finais

Essa proposta didática foi aplicada em uma escola pública da Rede Estadual de Educação Básica da cidade de Serra, Espírito Santo. Embora a proposta contemplasse o desenvolvimento dos conceitos científicos e sua relação com o cotidiano do aluno, buscamos fugir da perspectiva disciplinar e nos aproximar da perspectiva interdisciplinar.

Durante a aplicação da proposta didática foi possível debater os conceitos que permeiam o conteúdo do magnetismo por meio das discussões produzidos em sala de aula e das situações trazidas pelas atividades propostas. Por isso, destacamos que o professor desempenha um papel fundamental neste processo, pois durante a aplicação das atividades investigativas é fundamental que os alunos possam efetivamente propor, analisar e construir ideias na sala de aula sendo aparados pelo professor (BARCELLOS *et al.*, 2019).



Referências

- BRASIL. Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- BARCELLOS, Leandro da Silva; GERVÁSIO, Suiany Vitorino; JONIS SILVA, Mirian do Amaral, COELHO, Geide Rosa. A mediação pedagógica de uma licencianda em Ciências Biológicas em uma aula investigativa de Ciências envolvendo conceitos físicos. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Rio de Janeiro, v. 19, p. 37-65, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4887/9946>. Acesso em: 14 out. 2021.
- BORGES, Antônio Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 19, n. 3, p. 291-313, dez. 2002. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6607/6099>. Acesso em: 3 nov. 2021.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (Org.) et al. *Ensino de Física*. São Paulo: Cengage Learning, 2010.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Critérios estruturantes para o Ensino de Ciências. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Cengage Learning, 2004, p. 1-17.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; GIL-PÉREZ, D. *Formação de professores de ciências: tendências e inovações*. 10. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. O ensino de Ciências e a proposição de Sequências de Ensino Investigativas. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (Org.). *Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013, p. 1-20.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (Org.). *Calor e temperatura: um ensino por investigação*. São Paulo: Livraria da Física, 2014.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Rio de Janeiro, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852/3040>. Acesso em: 4 jul. 2021.
- DARSIE, Marta Maria Pontin. Avaliação e aprendizagem. *Cadernos de Pesquisa*, São Paulo, n. 99, p. 47-59, 1996. Disponível em: <http://publicacoes.fcc.org.br/index.php/cp/article/view/785/797>. Acesso em: 8 ago. 2021.
- GHEDIN, Evandro. *Teorias psicopedagógicas do ensino aprendizagem*. Boa Vista: UERR Editora, 2012.
- LIBÂNEO, José Carlos. *Didática*. São Paulo: Cortez, 1992.
- MORTIMER, Eduardo F.; SCOTT, Phil H. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/562/355>. Acesso em: 12 ago. 2021.

MUNFORD, Danusa; LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro e. Ensinar Ciências por Investigação: em quê estamos de acordo? Revista Ensaio, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 89-111, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/ZfTN4WwscpKqvwZdx-csT84s/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 8 ago. 2021.

POZO, Juan I.; CRESPO, Miguel Ángel Gómez. A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

RODRIGUES, Bruno A.; BORGES, A. Tarciso. O ensino de ciências por investigação: uma reconstrução histórica. In: XI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, XI, Curitiba, 2008. Anais...Curitiba: EPEF, 2008.

SÁ, Eliane Ferreira de; LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro; AGUIAR JUNIOR, Orlando. A construção de sentidos para o termo Ensino por Investigação no contexto de um curso de formação. Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 79-102, 2011. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/247/173>. Acesso em: 8 nov. 2021.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de Alfabetização Científica e o padrão de Toulmin. Revista Ciência & Educação, Bauru, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/CyDQN97T7XBKkMtNfrXMwbC/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 12 set. 2021.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 17, n. esp., p. 49-67, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/K556Lc5V7Lnh8QcckBTTMcq/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 4 out. 2021.

SASSERON, Lúcia Helena; MACHADO, Vitor Fabrício. Alfabetização Científica na prática: inovando a forma de ensinar física. São Paulo: Livraria da Física, 2017.

SCHROEDER, Edson.; MAESTRELLI, Sylvia Regina Pedrosa; FERRARI, Nadir. A Construção dos conceitos científicos em aulas de Ciências: contribuições da teoria histórico-cultural do desenvolvimento. In: VII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, VII, 2009, Florianópolis. Anais... Florianópolis: ENPEC, 2009.

TAYLOR, Lloyd W. Physics. The pioneer science Light, electricity. New York: Dover Publications, 1941, v. 11, p. 578.

WESTBROOK, Roberto B.; TEIXEIRA, Anísio. John Dewey. Recife: Fundação Joaquim Nabuco/Editora Massangana, 2010.

ZÔMPERO, Andreia de Freitas; LÁBURU, Carlos Eduardo. Atividades investigativas no ensino de Ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. Revista Ensaio, Belo Horizonte, v. 13, n. 03, p. 67-80, set./dez. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/LQnxWqSrmzNsrRzHh3KJYbQ/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 14 out 2021.



**INSTITUTO
FEDERAL**

Espírito Santo

Campus
Cariacica

ISBN 978-85-8263-555-1