

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENSINO DE FÍSICA

TIMÓTEO RICARDO CAMPOS DE FARIAS

O IMPACTO DO USO DE ATIVIDADES
INVESTIGATIVAS NA MOTIVAÇÃO EM
APRENDER FÍSICA

Vitória
2018

TIMÓTEO RICARDO CAMPOS DE FARIAS

O IMPACTO DO USO DE ATIVIDADES
INVESTIGATIVAS NA MOTIVAÇÃO EM
APRENDER FÍSICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof. Dra. Marcia Regina Santana Pereira.

Vitória
2018



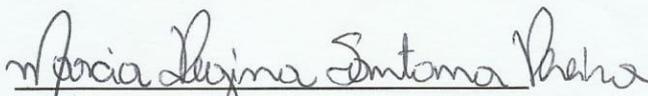
"O IMPACTO DO USO DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NA MOTIVAÇÃO EM APRENDER FÍSICA"

TIMÓTEO RICARDO CAMPOS DE FARIAS

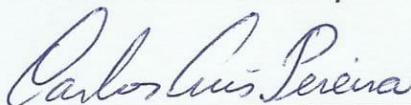
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Mestrado Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 19 de janeiro de 2018.

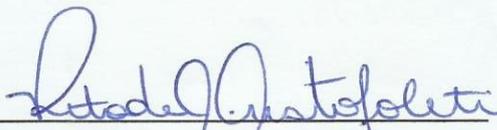
Comissão Examinadora



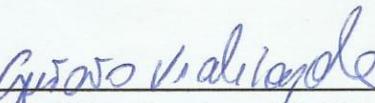
Prof^a. Dr^a. Marcia Regina Santana Pereira
(Orientador PPGEnFis/UFES)



Prof. Dr. Carlos Luis Pereira
(Membro Externo ITEH)



Prof^a. Dr^a. Rita de Cássia Cristofoleti
(Membro Externo CEUNES/UFES)



Prof. Dr. Gustavo Viali Loyola
(Membro Interno CEUNES/UFES)

AGRADECIMENTOS

À Deus

Por tudo e por todas as pessoas que Ele colocou na minha vida até aqui
e por todo o mais que ele fará.

À meus pais Izabel e Luis Carlos e à minha Vó Gesa

Meu muito obrigado por todo amor, paciência e dedicação.

À meus ‘filhos’ Phelipe e Thiago

Pela oportunidade de ser Pai.

À Marcia

Pelos sete anos de orientação e amizade.

À Roberland e todos os irmãos da Igreja do Evangelho Quadrangular

Pelo suporte, pelas orações.

À Universidade Federal do Espírito Santo e ao PPGEnFis

Pela oportunidade de crescimento e convivência.

FARIAS, T. R. C. **O impacto do uso de atividades investigativas na motivação em aprender física.** 2018. 81f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Espírito Santo.

RESUMO

Nesta pesquisa, analisaremos o impacto provocado na atitude dos estudantes, em relação a sua participação nas aulas introdutórias de Física, a partir do desenvolvimento de Atividades Investigativas. Os participantes da pesquisa, alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola particular, caracterizavam-se pela desmotivação em aprender, não apenas Física, mas em todas as disciplinas. Diante deste quadro buscou-se desenvolver atividades especialmente construídas sob a perspectiva da ‘Motivação para Aprender’. Baseado na abordagem sócio-histórica proposta por Vygotsky analisamos sistematicamente o comportamento do grupo durante as aulas de física, por cerca de quatro meses. De maneira geral, foi possível perceber momentos de intenso envolvimento, embora intercalados de momentos de apatia. Em alguns alunos a mudança comportamental foi mais evidente, passando de total desinteresse para participação efetiva. O grande desafio é tornar essas mudanças permanentes, rompendo a barreira do comodismo.

Palavras Chave: Motivação para aprender, Atividades Investigativas e Ensino de Física.

ABSTRACT

In this research, we will analyze the impact provoked in the attitude of the students in relation to their participation in the introductory study of Physics, from the development of Investigative Activities. The participants of the research, students of the 9th year of elementary school in a private school, were characterized by a lack of motivation to learn, not only in physics, but in all disciplines. In view of this framework, we sought to develop activities especially built from the perspective of 'Motivation to Learn'. Based on the socio-historical approach proposed by Vygotsky, we systematically analyze the group's behavior during physics classes, for about four months. In general, it was possible to perceive moments of intense involvement, although interspersed with moments of apathy. In some students the behavioral change was more evident, going from total disinterest to effective participation. The great challenge is to make these changes permanent, breaking the barrier of convenience.

Keywords: Motivation to learn, Investigative Activities and Physics Teaching.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Continuum da autodeterminação, tipos de motivação, locus de causalidade e processos reguladores.	16
Figura 02. Aparato usado na realização do Desafio do Submarino.	33
Figura 03. Tentativas dos alunos de fazer a massinha boiar.	35
Figura 04. Tela do software Tracker.	44
Figura 05. Foto do quadro Objeto/Movimento/Força.	48
Figura 06. Solução da 3ª etapa do Desafio de Equilíbrio	50
Figura 07. Figura a ser completada para demonstrar a ação da gravidade sobre a água num copo, em diferentes pontos do planeta.	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 01. Sequência das ações na Atividade Investigativa 01	40
Quadro 02. Sequência das ações na Atividade Investigativa 02	43
Quadro 03. Sequência das ações na Atividade Investigativa 03	46
Quadro 04. Sequência das ações na Atividade Investigativa 04	47
Quadro 05. Sequência das ações na Atividade Investigativa 05	51

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
CAPÍTULO I - REFERENCIAIS TEÓRICOS	14
1.1 MOTIVAÇÃO: DESAFIO PARA O ENSINO	14
1.1.1 Caracterizando a Motivação	14
1.1.1.a A Teoria da Autodeterminação	15
1.1.2 Implicações para o Ensino	18
1.1.3 Estratégias Motivacionais	19
1.1.3.a Tornando Significativas as Tarefas e Atividades	19
1.1.3.b Apresentando Desafios	20
1.1.3.c Embelezamentos Motivacionais	20
1.1.3.d Reagindo à Execução de Tarefas	21
1.2 PRÁTICAS DE INVESTIGAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS	23
1.2.1 Atividades Investigativas	25
1.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE A ABORDAGEM VYGOTSKIANA PARA O ENSINO	26
1.3.1 A Obra de Vygotsky	26
1.3.2 Aprendizagem e Desenvolvimento	27
1.3.3 A Processo de Formação de Conceitos	28
2. O ESTUDO PILOTO	31
2.1 JUSTIFICATIVA	31
2.2 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	31
2.3 AS ATIVIDADES INVESTIGATIVAS EXPERIMENTAIS PROPOSTAS	31
2.3.1 Desafio 01 – Fazer a Massinha Boiar	32
2.3.2 Desafio 02 – Fazer o Submarino Subir e Descer	32
2.4 DESCRREVENDO A EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES	33
2.5 ANALISANDO OS RESULTADOS	36

3. O ESTUDO PRINCIPAL	38
3.1 – CARACTERIZANDO A AMOSTRA	38
3.2 – AS ATIVIDADES INVESTIGATIVAS PROPOSTAS	38
3.3 – EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES INVESTIGATIVAS	39
3.3.1 De onde veio o metro?	39
3.3.2 Estudando o movimento com o Tracker	43
3.3.3 Rampa de Corrida	45
3.3.4 Equilibrando Forças	47
3.3.5 Planeta Terra – Rotação e Translação	51
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
4.1 – O EMPREGO DAS ESTRATÉGIAS MOTIVACIONAIS	55
4.1.1 Significado e Relevância	55
4.1.2 Tarefas em Forma de Desafio	56
4.1.3 Embelezamentos Aplicados	56
4.1.4 A Preocupação com o Feedback	57
4.2 – PERSPECTIVAS FUTURAS	58
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
6. APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO FORÇA E MOVIMENTO	63
7. APÊNDICE B – PROPOSTAS DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS PARA O ENSINO DE FÍSICA: MÓDULO I – FORÇA E MOVIMENTO	66

INTRODUÇÃO

Esta pesquisa foi idealizada a partir de minha inquietação quanto ao desafio de motivar alunos que, na maioria das vezes, demonstram pouco ou nenhum interesse pela disciplina de Física. Não é difícil encontrar um professor comentando que seus alunos não querem nada com nada, ou que não têm perspectiva nenhuma de vida. Ou seja, em média nossos alunos apresentam baixos níveis de motivação.

O primeiro passo para construir uma proposta de pesquisa que fosse ao encontro do problema foi buscar embasamento teórico sobre a questão motivacional. Pesquisando autores como Bzuneck (2009; 2010) e Clement et al (2013; 2014) procurei acrescentar em minha prática, aspectos que potencialmente influenciassem na motivação. Isso incluiu algumas tentativas de utilização de metodologias ativas como *Just in Time* associado à *Peer Instruction* (MAZUR, 1997; ARAÚJO e MAZUR, 2013). No entanto, estas metodologias demandam um forte engajamento dos alunos o que inviabilizou sua implementação efetiva.

O passo seguinte foi buscar uma metodologia que contemplasse aspectos apontados como importantes no que diz respeito à questão motivacional como dar significado e relevância às tarefas, desenvolver tarefas inerentemente motivadoras e que fujam da mesmice, além é claro que me proporcionassem assumir uma postura menos diretiva como professor.

Outro aspecto a ser considerado foi a possibilidade de impactar os estudantes de maneira positiva em relação ao estudo da disciplina Física. Segundo Moretzsohn et al (2003) o contato dos estudantes com conhecimento físico acontece nas séries iniciais, na disciplina de Ciências, focando nos conceitos, sem nenhuma abordagem matemática. Os autores ressaltam que este contato não é traumático como o que ocorrerá mais adiante com a Física, como disciplina propriamente dita. Segundo eles isso ocorre principalmente em função da matematização excessiva e da ordem pouco intuitiva com que os conhecimentos físicos são abordados.

A escola precisa, segundo Fernandes (2012) se adequar, apresentando os problemas reais da sociedade. Temos problemas muito mais interessantes que podemos explorar ao invés de perdermos tempo com nossos alunos resolvendo problemas hipotéticos.

O fato é que precisamos que nossas aulas sejam mais atraentes para nossos alunos, principalmente no 9º ano quando eles são apresentados à Física. Fernandes (2012) nos

lembra que nesta ocasião seremos responsáveis, enquanto professores, pelo primeiro contato significativo que nossos alunos terão com a matéria. Assim, não podemos perder esta oportunidade de ser os responsáveis pela desmistificação de que a Física é o terror das disciplinas.

Sá et al (2007) afirmam que uma alternativa possível para lidar com as dificuldades de aprendizagem e a falta de interesse dos estudantes em relação aos conteúdos científicos seria a problematização dos fenômenos e uma negociação dos sentidos de um dado conjunto de conceitos, modelos e teorias que nos permitem interpretar esses fenômenos de modo coerente.

Por outro lado, é preciso adotar metodologias de ensino que incorporem estratégias apontadas pelos autores como meios de catalisar sua motivação, de forma que nossos estudantes possam obter resultados menos frustrantes. Diante deste contexto, optei por eleger como metodologia o uso de atividades didáticas práticas dentro da abordagem do Ensino por Investigação. As quais são denominadas na literatura, Atividades Investigativas.

Segundo Fernandes (2012) a atividade investigativa é, em si, promotora de questionamento e envolvimento ativo do aluno. Neste sentido, analisaremos nesta pesquisa o impacto provocado na atitude dos estudantes, em relação a sua participação nas aulas de Física, pela adoção da abordagem do Ensino por Investigação.

Souza (2007) em seu trabalho observou que muitos alunos, até os mais dispersivos, se sentiram mais à vontade para participar das aulas, quando ocorriam práticas investigativas. Em seu relato sobre o desenvolvimento de atividades investigativas Sereia e Piranha (2010) afirmam que os alunos fizeram observações e análises e perceberam que podiam errar, pois aquele momento mais parecia com um bate papo do que com uma aula tradicional, por isso, sentiam-se à vontade.

Assim, este estudo busca unir duas perspectivas teóricas, que considero complementares. De um lado, aspectos apontados como relevantes à motivação para aprender, do outro, atividades investigativas apontadas como uma alternativa viável ao ensino de ciência distante do fazer científico, e que contemplam algumas das estratégias motivacionais elencadas.

OBJETIVO GERAL DA PESQUISA

Analisar o impacto da utilização de Atividades Investigativas nas aulas de Física em uma turma do 9º ano, em relação à motivação dos estudantes.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Desenvolver e adaptar atividades investigativas que se encaixem na realidade do 9º ano, considerando aspectos relevantes apontados nas pesquisas sobre motivação para aprender;
2. Avaliar o uso de atividades investigativas como fator motivador para a participação nas aulas.

O capítulo inicial apresenta os referenciais teóricos adotados nesta pesquisa. A primeira parte trata da pesquisa orientada à ‘Motivação para Aprender’. O tópico seguinte se dedica a definir e analisar características das Atividades Investigativas, como uma das possibilidades de implementação dentro da abordagem do Ensino por Investigação. O terceiro tópico traz também considerações sobre a teoria histórico-social de Lev Vygotsky, principalmente no que diz respeito às suas implicações para a aprendizagem de conceitos científicos.

O segundo capítulo descreve o delineamento e os resultados obtidos no Estudo Piloto desenvolvido no ano anterior a pesquisa principal, e que a subsidiaram. O texto traz considerações sobre a escolha das atividades, a descrição de sua execução, juntamente com a análise das ações dos estudantes, no que diz respeito à construção de hipótese, atitudes diante do problema, etc.

O capítulo três trata do Estudo Principal, optamos por descrever e na sequência analisar cada Atividade Investigativa. A análise destaca os episódios em que se percebe a mudança atitudinal dos alunos, momentos de atenção ou desinteresse e o uso das estratégias motivacionais utilizadas.

Finalmente apresentamos as considerações finais deste estudo no quarto capítulo. Neste capítulo final analisamos a implementação e os efeitos provocados pela adoção das estratégias motivacionais escolhidas. O texto traz também, em seus apêndices, o Questionário sobre Força e Movimento, e como produto final desta pesquisa, o livreto “Propostas de Atividades Investigativas para o Ensino de Física: Módulo I - Força e Movimento”.

CAPÍTULO I

REFERENCIAIS TEÓRICOS

1.1 MOTIVAÇÃO: UM DESAFIO PARA O ENSINO

1.1.1 CARACTERIZANDO A MOTIVAÇÃO

Bzuneck (2004) analisa, em um de seus artigos, a origem etimológica do termo motivação. Esta é uma palavra derivada do verbo em latim *movere, motum*, que significa mover ou aquilo que faz mover. Segundo ele, em muitas definições, a ideia de movimento é um elemento presente, já que a motivação pode levar uma pessoa a fazer algo, mantendo-a na ação e ajudando-a a completar tarefas (BZUNECK, 2004).

A princípio podemos distinguir motivação e desmotivação como o desejo ou a ausência do desejo de realizar uma determinada tarefa, respectivamente. Dentro do campo da psicologia cognitiva a motivação pode ser compreendida como um fator ou conjunto de fatores psicológicos, outras vezes como um processo. Os pesquisadores da área concordam, no entanto, quanto à sua dinâmica na atividade humana, visto que leva a escolhas, instiga, faz iniciar um comportamento direcionado a um objeto, etc. (CLEMENT, 2013).

Também é importante destacar que a motivação não apresenta um padrão único para cada indivíduo, variando de intensidade e qualidade ou mesmo alterando-se ao longo do tempo, tanto em uma mesma pessoa, quanto entre pessoas diferentes. Assim, um estudante pode apresentar diferentes níveis de motivação para disciplinas escolares distintas ou ainda estar mais motivado para fazer seu dever de casa de matemática na véspera da prova.

1.1.1.a A Teoria da Autodeterminação

As pessoas podem ser motivadas porque valorizam uma atividade ou porque há forte coerção externa. Elas podem ser incitadas a executar uma ação por interesse permanente ou por suborno. Elas podem se comportar movidas por um sentimento de compromisso pessoal, para se destacar ou por medo de ser vigiado (RYAN e DECI, 2000b).

Os fatores que energizam e direcionam o comportamento das pessoas podem ser próprios do indivíduo (motivos internos) ou podem emanar do seu ambiente (eventos externos). As motivações internas são caracterizadas por tipos específicos de motivos: necessidades (fisiológicas, psicológicas e sociais), cognições (expectativas, crenças e autoconceito) e as emoções (compreendendo fenômenos subjetivos, biológicos, sociais e com um propósito). Já os eventos externos são incentivos ambientais e como tal precedem a ação da pessoa a favor de comportamentos que lhes oportunizam experiências agradáveis ou as afastam de situações desagradáveis sempre quando isso se mostrar possível (CLEMENT, 2013, p. 38-39).

A literatura distingue esses contrastes entre os casos de ter motivação interna versus ser externamente pressionado:

A motivação intrínseca se caracteriza pelo interesse e satisfação pela atividade em si, ou seja, o envolvimento é livre e voluntário e não necessita de recompensas ou punições; já a motivação extrínseca é descritiva de ações e atividades realizadas em resposta a algo externo, ou seja, está ligada à obtenção de recompensas, reconhecimento, obediência a ordens, ou ainda, a escapar de sanções e punições. (CLEMENT, 2014, p.46).

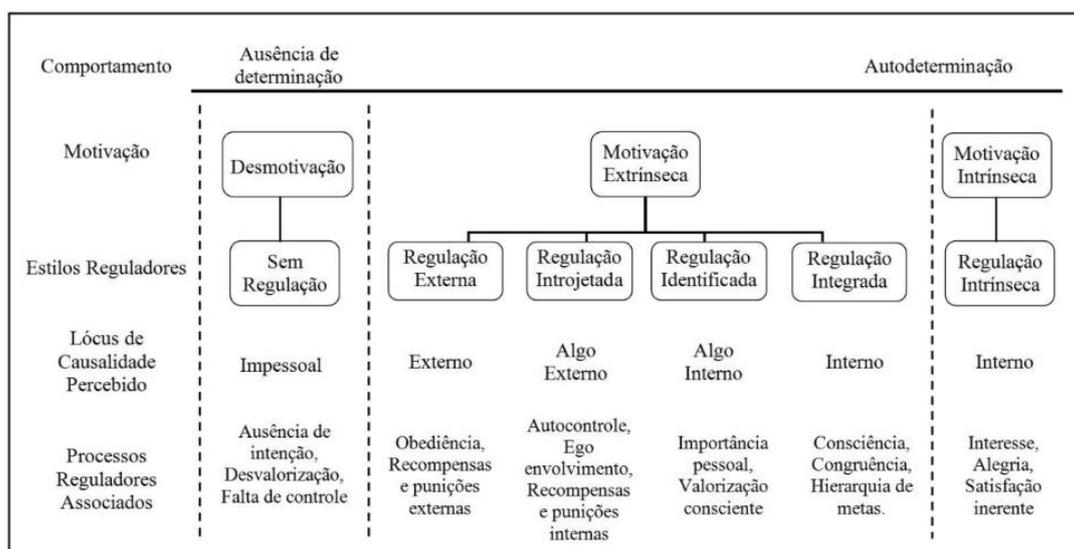
A Teoria da Autodeterminação (Self Determination Theory - SDT) é uma tentativa de examinar os fatores que influenciam a motivação intrínseca, a auto-regulação e o bem-estar:

A pesquisa sobre as condições que promovem versus minam os potenciais humanos positivos tem importância tanto teórica quanto prática, porque pode contribuir não somente para o conhecimento formal das causas do comportamento humano, mas também para o desenho de ambientes sociais que otimizam o desenvolvimento, a performance e o bem-estar das pessoas. A pesquisa guiada pela teoria da autodeterminação (SDT) tem tido uma preocupação constante com precisamente estas questões (RYAN e DECI, 2000b, p. 68).

A SDT é baseada em dois pressupostos:

Um pressuposto é o de que os seres humanos são ativos e propensos ao desenvolvimento autorregulável. O outro defende uma dialética pessoa-ambiente, compreendendo o envolvimento dos indivíduos em suas atividades sob o foco de três necessidades psicológicas básicas, inerentes à vida humana: as necessidades de **autonomia**, de **competência** e de **pertencimento**. Assim, a pessoa interage e parte de suas necessidades psicológicas básicas para comprometer-se com o ambiente e este poderá apoiar, frustrar ou ignorar essas necessidades próprias dos seres humanos (CLEMENT, 2013, p. 42, grifo nosso).

Clement et al. (2014) destacam ainda que embora nos primórdios da pesquisa as motivações extrínseca e intrínseca tenham sido entendidas como antagônicas a compreensão atual, dentro da perspectiva proposta na SDT, é que há um *continuum da regulação comportamental associada à motivação humana* (Figura 01).



Fonte: Ryan e Deci apud Clement, 2013.

Figura 01. Continuum da autodeterminação, tipos de motivação, locus de causalidade e processos reguladores.

De um lado, a **Desmotivação** representa a ausência total de determinação para executar uma tarefa. O extremo oposto representa a situação em que o indivíduo é autodeterminado em executá-la, independentemente de qualquer pressão ou recompensa externas, por vontade própria. Esta é a chamada **Motivação Intrínseca**:

A motivação intrínseca é definida como a realização de uma atividade por suas satisfações inerentes ao invés de, por alguma consequência distinguível. Quando intrinsecamente motivada uma pessoa é movida a agir pela diversão ou desafio envolvidos, ao invés de por causa de impulsos externos, pressões ou recompensas. O fenômeno da motivação intrínseca foi

primeiramente reconhecido nos estudos experimentais do comportamento animal, onde se descobriu que muitos organismos se envolvem em comportamentos exploratórios, lúdicos e motivados pela curiosidade, mesmo na ausência de reforço ou recompensa (White, 1959). Esses comportamentos espontâneos, embora concedam claramente benefícios adaptativos ao organismo, parecem não ser feitos por nenhuma dessas razões instrumentais, mas sim pelas experiências positivas associadas ao exercício e à ampliação das capacidades (RYAN e DECI, 2000a, p.56).

Entre os extremos vemos que a SDT propõe que a Motivação Extrínseca pode variar muito no grau em que é autônoma. Um estudante que faz seu dever de casa só porque teme o castigo dos pais está extrinsecamente motivado, da mesma forma que outro estudante que faz o trabalho porque pessoalmente acredita que é valioso para sua carreira futura, mesmo que não o ache interessante. Ambos os exemplos envolvem instrumentalismo, ou seja, o fazem pelo valor de utilidade das tarefas, mas o último caso envolve endosso pessoal e um sentimento de escolha, enquanto o primeiro envolve mero cumprimento de um controle externo. Ambos representam um comportamento intencional, mas os dois tipos de motivação extrínseca variam em sua autonomia relativa (RYAN e DECI, 2000a).

A motivação extrínseca pode ser classificada de acordo com o grau de internalização e dividida em 4 tipos, nos quais variam os níveis de autonomia e regulação (RYAN e DECI, 2000a e 2000b; BZUNECK e GUIMARÃES, 2010; CLEMENT et al, 2013; CLEMENT, 2013):

Regulação Externa - Este tipo de motivação é controlada por fatores externos ao indivíduo. Neste caso os comportamentos são realizados simplesmente para satisfazer uma demanda impessoal. As pessoas agem por obediência, para evitar sanções, punições ou receber recompensas;

Regulação Introjetada - Assim como o nível anterior este tipo de motivação também é controlado, embora neste caso os fatores reguladores sejam internos, não implica em uma escolha verdadeira. As pessoas executam tais ações com o sentimento de pressão, a fim de evitar a culpa ou ansiedade ou para satisfazer seu ego ou orgulho;

Regulação Identificada - Este tipo de regulação se caracteriza como uma forma mais autônoma de motivação extrínseca. Aqui, o indivíduo identifica-se com um comportamento e acaba valorizando-o de forma a atribuir-lhe uma importância pessoal e, conseqüentemente, tomando o processo de regulação para si. Diferente dos níveis

anteriores, a pessoa age por escolha própria, já que os reguladores externos estão alinhados ou são passíveis de identificação com seus valores ou demandas;

Regulação Integrada - Este é o tipo mais autônomo de motivação extrínseca, ocorre quando as regulações foram totalmente assimiladas ao eu. Tal forma de regulação está muito próxima da própria motivação intrínseca, embora ainda seja extrínseca, já que o comportamento é motivado pelo seu valor instrumental presumido, mesmo que seja executado por escolha e valorizado pelo indivíduo. No caso intrínseco o comportamento é caracterizado pelo interesse na atividade em si, sem haver a necessidade de atingir quaisquer metas.

É importante ressaltar que não há um caráter evolutivo nesta descrição. Não é necessário progredir em cada estágio de internalização em relação a uma determinada regulamentação. Na verdade, pode-se inicialmente adotar uma nova regulação comportamental em qualquer ponto ao longo desse contínuo, dependendo de experiências anteriores e fatores situacionais (RYAN apud RYAN e DECI, 2000a).

1.1.2 IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO

As recentes avaliações oficiais de conhecimentos dos alunos de nossas escolas têm revelado um nível médio relativamente baixo de aprendizagem nas principais disciplinas dos currículos. Na busca por explicação desse fato, é razoável a suposição de que problemas motivacionais dos alunos figurem como o fator crítico. Quem estuda pouco aprende pouco e, para uma aplicação perseverante nos estudos, requer-se motivação. Por conseguinte, qualquer tentativa de se promover uma melhora nos níveis de aprendizagem dos alunos deve contemplar esforços para tornar os alunos positivamente motivados (BZUNECK, 2010, p.36).

Embora saibamos que há diversos aspectos que compõem o atual panorama do declínio no ensino, de maneira geral, a questão motivacional é um fator importante. Sobretudo este é um dos aspectos do problema que pode ser enfrentado diretamente pelo professor.

A motivação intrínseca emerge como um importante fenômeno para os educadores, uma fonte natural de aprendizagem e informação que pode ser sistematicamente catalisada ou minada pelas práticas dos pais e professores (Ryan & Stiller, 1991). Porque a motivação intrínseca resulta em aprendizagem de alta qualidade e criatividade, isto é especialmente importante para detalhar os fatores e forças que as engendram ou minam (RYAN e DECI, 2000a, p. 55).

Quando se trata de motivação para aprender, não há dúvida de que trabalhando com a motivação intrínseca, os resultados são melhores. De acordo com Bzuneck (2010), esta é uma *forma mais aprimorada de motivação para aprender*.

Na motivação intrínseca, o indivíduo está realizando a tarefa por simples prazer, sem se preocupar com punições ou recompensas. Assim, não há fatores externos criando bloqueios à internalização dos conhecimentos envolvidos na tarefa. Porém, Ryan e Stiller (apud RYAN e DECI, 2000a) destacam que pais e professores, através de seu comportamento, podem tanto estimular quanto prejudicar este tipo de motivação.

Assim, podemos usar sua tendência natural à busca do desenvolvimento para despertar nos estudantes o interesse pelo conteúdo. Criar situações que despertem a intenção dos alunos a participarem das tarefas irá facilitar a aprendizagem, para tanto, podemos satisfazer as necessidades psicológicas básicas e universais do ser humano, necessidade de autonomia, competência e pertencimento ou vínculo.

1.1.3 ESTRATÉGIAS MOTIVACIONAIS

Diante deste panorama, como podemos desenvolver ações que favoreçam a motivação para aprender? Diversos autores têm se dedicado a esta temática. Analisando uma série de pesquisas Bzuneck (2010) apresenta um conjunto de estratégias que podem, segundo o autor, ser usadas pelo professor a fim de *despertar, desenvolver ou manter em seus alunos a motivação de melhor qualidade, mais eficaz e duradoura*. O autor agrupa tais estratégias em quatro grandes categorias:

- O significado e relevância das tarefas;
- Características motivadoras inerentes à tarefa;
- O complemento com o uso de embelezamentos;
- Reações dos professores às tarefas cumpridas e avaliadas.

1.1.3.a Tornando Significativas as Tarefas e Atividades

Ações desta categoria dizem respeito à quando o aluno consegue ver significado ou importância nas atividades desenvolvidas em sala de aula. Esta é uma fonte de motivação poderosa em seu favor. Isso o ajudará a investir esforço em realizar uma tarefa, mesmo que não a ache interessante ou que não tenham processos prazerosos.

Uma primeira estratégia motivacional consiste em capitalizar interesses pessoais e valores dos próprios alunos. De modo geral, todo aluno passará a ver significado e importância nas atividades escolares se elas aparecerem de alguma forma relacionadas com sua vida, seu mundo, suas preocupações e interesses pessoais (BZUNECK, 2010, p. 15).

Outra estratégia é deixar claro qual é o valor de utilidade da tarefa ou conteúdo a ser apresentado. Se forem vistos como meios para se conseguirem determinados objetivos desejados – alcançar boas notas, melhor desempenho em uma futura profissão, por exemplo – os conteúdos podem adquirir maior significado.

1.1.3.b Apresentando Desafios

As estratégias da segunda categoria têm como foco, *como dar as tarefas e atividades*. As próprias tarefas devem ser estimulantes e, para isso, precisam ter a característica de desafios. Tais desafios devem ser elaborados para atingir o maior número possível de alunos, já que em uma classe típica, eles apresentam um desempenho heterogêneo. Para tanto, não podem ser muito fáceis, isso causaria tédio. Porém, desafios excessivamente difíceis podem provocar fracasso e frustração, acarretando uma autoavaliação de baixa capacidade. O autor resume a condição ideal:

(a) dar tarefas que contenham partes relativamente fáceis para todos e partes mais difíceis, que possam ser atendidas somente pelos melhores; com isso, todos têm desafios e todos têm reais chances de acertos; (b) para aqueles que tiverem concluído por primeiro, dar atividades suplementares, de enriquecimento e que apareçam como interessantes; (c) permitir que, por vezes, os alunos possam escolher o tipo de tarefas; (d) permitir que cada qual siga seu ritmo próprio, sem qualquer pressão para que todos concluam juntos; e (e) alternar trabalhos individuais com trabalhos em pequenos grupos, desde que estes não se cristalizem e todos recebam a devida assistência (BZUNECK, 2010, p.21).

1.1.3.c Embelezamentos Motivacionais

Outra categoria destaca a importância do *Embelezamento para motivar*, que são estratégias de ensino que contribuem para melhorar o envolvimento dos alunos nas atividades de aprendizagem:

São indicados para provocar nos alunos o interesse pelas atividades de aprendizagem, para quebrar a mesmice, para suavizar o caráter de

obrigatoriedade das tarefas, para combater o tédio e para corrigir a aridez de certos conteúdos. (BZUNECK, 2010).

Tipos de embelezamentos descritos na literatura:

Bergin (1999) [...] descreveu 13 tipos: manipulação de objetos e movimento físico; conflito cognitivo; introdução de novidades; relação com comestíveis; interação com amigos no grupo; autor explícito, nas narrativas escritas; modelação; jogos; escolha de conteúdos atraentes para aquela classe (atualmente, seriam tópicos ligados ao aquecimento global, violência etc.); relacionamento com a vida, animal ou vegetal; fantasia; humor; e apresentação de casos ilustrativos. A literatura têm confirmado que certas modalidades de ensino, que incluem o trabalho em grupo, quebra cabeças, computadores, texto com conteúdo relevante, coerente e vivaz, entre outras, são eficazes em provocar o interesse situacional (BZUNECK, 2010).

É importante destacar que Bzuneck (2010) alerta quanto a embelezamentos que provoquem curiosidade e interesse apenas de curta duração. Não há como contentar-se com eles. Uma boa estratégia de manter o interesse é despertar no aluno um significado pessoal na tarefa. Aprendizagem baseada em projetos, o trabalho em grupo cooperativo e a tutoria individualizada também têm o potencial de manter o interesse.

Há também limitações quanto aos alunos que já têm interesse pelo conteúdo. Eles podem ver com uma distração e não contribuição. Outra crítica é que tais estratégias focam a atenção dos alunos para aspectos marginais, limitando o aprofundamento no conteúdo, comprometendo assim a qualidade do ensino (PINTRICH e GARCIA, apud BZUNECK, 2010).

Assim, um embelezamento só deve ser aplicado quando, além de provocar interesse, estiver embutido numa atividade desafiadora, que faça o aluno pensar e não apenas divertir-se (BZUNECK, 2010).

1.1.3.d Reagindo à Execução de Tarefas

A última categoria diz respeito ao *feedback* que o professor dá aos alunos durante e ao final de uma tarefa. Bzuneck (2010), afirma que esta é uma das mais importantes formas de interação entre professor e aluno e classifica em **feedback positivo ou confirmatório**, quando o professor informa ao aprendiz que a tarefa está sendo ou foi bem cumprida, e **feedback negativo ou corretivo**, quando tem uma característica de correção.

O feedback é importante, seja ele positivo ou negativo. Mas, ao dar o feedback, alguns cuidados devem ser tomados. Num feedback negativo, por exemplo, para não comprometer a motivação, é imprescindível que lhe seja também explicado por que errou e o que é preciso para superar os erros. Muitas vezes o aprendiz é incapaz de identificar o que teria causado seu erro, e acabará por atribuir seu fracasso à falta de capacidade, o que poderá ser fatal para a motivação.

Segundo Bzuneck (2010), se o erro for atribuído a uma falta de capacidade do aluno, o professor sentirá pena dele e buscará ‘ajudá-lo’, podendo gerar no aluno um sentimento de incapacidade. Para evitar consequências prejudiciais à motivação, o professor deve, definitivamente, evitar o feedback negativo que reforce que o aluno é incapaz. Isso pode reforçar uma autoimagem distorcida ou sentimento de vergonha. Ninguém empregará esforços se acreditar que será inútil.

Em síntese, erros podem ser benéficos para aprendizagem de melhor qualidade e os fracassos podem ser “bem-sucedidos” (WOOLFOLK, 2000), dependendo de como forem tratados no *feedback*. E o mesmo vale para a motivação. Criticar um aluno, indicando que seu fracasso foi ocasionado por falta de aplicação ou de estratégia adequada, favorece a motivação porque ele se percebe capaz, de modo que pode nutrir expectativas positivas para o futuro (STIPEK, 1996). Emoções negativas, desamparo e desistência, darão lugar, neste caso, a uma retomada confiante dos esforços, com estratégias eficazes. O que deve ficar bem claro é que, para não se comprometer a motivação, não basta o aluno saber que errou. É imprescindível que lhe seja também explicitado por que errou e o que é preciso para superar os erros, o que está inteiramente sob seu controle, eventualmente com a ajuda dos professores ou colegas (BZUNECK, 2010, p. 32).

Os elogios são distintos dos feedback positivos simples, que se caracterizam por uma concordância que nem sempre será verbal, como um aceno de cabeça ou um visto. Os elogios no entanto, são carregados de afetividade e sentimentos de valorização e tem como objetivo de reforçar positivamente um comportamento para que se repita. Porém, os elogios devem parecer sinceros e ser empregados para enfatizar o esforço investido na execução das tarefas e no processo da busca de solução dos problemas, e não qualidades individuais como inteligência ou atribuindo o êxito à sorte (BZUNECK, 2010).

1.2 PRÁTICAS DE INVESTIGAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

Caracterizadas pela promoção de autonomia, estas perspectivas preconizam uma mudança nos papéis tradicionalmente ocupados por alunos e professores. Nela, o aluno passa a assumir uma postura ativa e o professor torna-se um facilitador do processo de ensino aprendizagem.

Segundo Munford e Lima (2007) o ensino de Ciências tem sido realizado por meio de proposições científicas, apresentadas na forma de definições, leis e princípios e tomados como verdades de fato, sem maior problematização e sem que se promova um diálogo mais estreito entre teorias e evidências do mundo real. Nesse modelo de ensino, poucas são as oportunidades para realizar investigações e de argumentar acerca dos temas e fenômenos em estudo. O resultado é que estudantes não aprendem os conteúdos e constroem representações inadequadas sobre a Ciência.

Carvalho (2011) afirma:

É necessário introduzir os alunos no universo das Ciências, isto é, ensinar os alunos a construir conhecimento fazendo com que eles, ao perceberem os fenômenos da natureza sejam capazes de construir suas próprias hipóteses, elaborar suas próprias ideias, organizando-as e buscando explicações para os fenômenos. Ao ensinarmos Ciências por investigação estamos proporcionando aos alunos oportunidades para olharem os problemas do mundo elaborando estratégias e planos de ação. Desta forma o ensino de Ciências se propõe a preparar o aluno desenvolvendo, na sala de aula, habilidades que lhes permitam atuar consciente e racionalmente fora do contexto escolar (CARVALHO, 2011, p. 253).

Parente (2012) organiza diferentes propostas no âmbito do ensino de ciências, as quais tecem orientações para práticas investigativas. Tais abordagens recebem diferentes denominações: Ensino por investigação; Ensino por descobrimento dirigido ou aprendizagem como investigação; Investigação dirigida; Trabalhos de investigação ou processo de investigação orientada; Ensino por pesquisa; Educar pela pesquisa ou Pesquisa na sala de aula e Investigação escolar. Na presente pesquisa utilizamos preferencialmente o termo Ensino por Investigação, acompanhando os trabalhos mais recentes na área, no Brasil.

Segundo Parente (2012), embora haja diferenças entre estas abordagens, no que diz respeito ao processo de investigação, é possível caracterizá-las por um esquema definido por PERGUNTAS, PLANEJAMENTO, REALIZAÇÃO E RESPOSTAS.

Apesar da grande diversidade de visões acerca do que é ensino por investigação, acreditamos que as diferentes propostas existentes podem ser melhor compreendidas a partir de uma mesma preocupação, qual seja, a de reconhecer que há um grande distanciamento entre a ciência ensinada nas escolas e a ciência praticada nas universidades, em laboratórios e outras instituições de pesquisa. Essa não é uma preocupação recente, embora assuma novas formas e esteja cada vez mais bem substanciada do ponto de vista teórico (MUNFORD e LIMA, 2007, p. 4).

Munford e Lima (2007) apontam os três principais mal-entendidos em relação ao Ensino por Investigação:

...envolve necessariamente atividades práticas ou experimentais ou que se restringe a elas. Contudo, se tomarmos como válidas as perspectivas apresentadas em nosso texto, podemos estar de acordo que uma atividade experimental, muitas vezes, não apresenta características essenciais da investigação, e que atividades que não são práticas podem ser até mais investigativas do que aquelas experimentais, dependendo da situação.

[...] tem de ser necessariamente um ensino envolvendo atividades bastante “abertas”, nas quais os estudantes têm autonomia para escolher questões, determinar procedimentos para a investigação e decidir como analisar seus resultados.

[...] muitos acreditam que seria possível – e necessário – ensinar todo o conteúdo por meio de uma abordagem investigativa. A posição aqui defendida é de que alguns temas seriam mais apropriados para essa abordagem, enquanto outros teriam de ser trabalhados de outras formas. O ensino de ciências por investigação seria uma estratégia entre outras que o(a) professor(a) poderia selecionar ao procurar diversificar sua prática de forma inovadora (MUNFORD e LIMA, 2007, p. 97-98).

Assim, as práticas investigativas incentivam o ensino a partir de perguntas que podem ser apresentadas como forma de desafios ou problemas em aberto. Para Azevedo (2004) tomar uma questão ou problema aberto como ponto de partida é ainda um aspecto fundamental para a criação de um novo conhecimento.

No entanto, segundo Carvalho (2013):

...essa questão ou este problema, para ser uma questão para os alunos, deve estar dentro de sua cultura, sendo interessante para eles de tal modo que eles se envolvam na procura de buscarem uma solução e na busca dessa solução deve permitir que os mesmos exponham os seus conhecimentos espontâneos sobre o assunto (CARVALHO, 2013).

1.2.1 ATIVIDADES INVESTIGATIVAS

No dia a dia de sala de aula, o ensino por investigação é frequentemente realizado a partir de atividades investigativas. Para que uma tarefa proposta possa ser considerada uma atividade de investigação, a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica (AZEVEDO, 2004).

O que distingue uma atividade investigativa das outras é um conjunto de características e circunstâncias que contribuem para que o aluno inicie uma atividade dotada de motivações, inquietações e demandas que vão acabar por conduzi-lo a construção de novos saberes, valores e atitudes. Não há um conjunto de características intrínsecas capazes de definir, a priori, um caráter investigativo a uma dada atividade. Todavia, existem características e circunstâncias propícias [...] (SÁ et al, 2007).

A partir de um estudo com tutores que adotam o Ensino por Investigação, Sá et al (2007) destacam características apontadas para que uma atividade assuma efetivamente um caráter investigativo:

- Construir um problema;
- Valorizar o debate e a argumentação;
- Propiciar a obtenção e a avaliação de evidências;
- Aplicar e avaliar teorias científicas;
- Permitir múltiplas interpretações.

Não há um único modo de se realizar atividades investigativas, e elas podem ser mais ou menos direcionadas pelo professor dependendo do conhecimento que os alunos possuem ou de seu objetivo pedagógico. Sá et al (2007) também apontam pelo menos cinco diferentes tipos de Atividades Investigativas.

- Atividades Práticas: Construção de um equipamento ou procedimento experimental;
- Atividades Teóricas: Desenvolvendo estudos de casos para se posicionar frente a temas controversos;
- Atividades com Banco de Dados: Investigando o Problema do Aquecimento Global;

- Atividades de Avaliação de Evidências: Criando evidências para sustentar uma hipótese sobre um fenômeno de sua escolha;
- Atividades de Simulação: Explorando simulações sobre um fenômeno de sua escolha.

1.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE A ABORDAGEM VYGOTSKIANA PARA O ENSINO

1.3.1 A OBRA DE VYGOTSKY

Embora tenha tido um curto período de vida, o psicólogo Lev Semiónovitch Vygotsky (1896-1934) deixou uma grande contribuição teórica. Sua teoria histórico-cultural do psiquismo ou sócio interacionista, tem raízes no materialismo histórico. Seu objetivo central é caracterizar os aspectos tipicamente humanos do comportamento, elaborando hipóteses de como essas características se formaram ao longo da história humana e de como se desenvolvem durante a vida do indivíduo. Em suas pesquisas, Vygotsky (1998) procurou elucidar três questões fundamentais:

- Compreender a relação entre os seres humanos e o seu ambiente físico e social;
- Identificar as novas formas de atividades que fizeram com que o trabalho fosse o meio fundamental de relacionamento entre o homem e a natureza;
- Analisar a natureza das relações entre o uso de instrumentos e o uso da linguagem.

O ser humano tem a capacidade de pensar em objetos ausentes, imaginar fatos nunca vividos, estabelecer relações entre fatos e eventos, planejar ações a serem efetivadas em momentos posteriores. Esse tipo de atividade psicológica é considerada “superior” porque se diferencia de mecanismos mais elementares, de origem biológica, presentes no ser humano e também nos animais, tais como ações reflexas, reações automatizadas ou processos de associações simples entre eventos (JOENK, 2002, p.03).

Parte do pensamento de Vygotsky apresenta importantes implicações educacionais. Mesmo 80 anos após sua morte, seu trabalho tem sido bastante utilizado já que suas preocupações permanecem atuais. Segundo este autor o desenvolvimento cognitivo do indivíduo é impulsionado pela aquisição da linguagem e está fortemente associado ao processo histórico social. Toda ação humana supõe uma mediação, do mesmo modo a aprendizagem se faz com a mediação semiótica ou pela interação com o outro, na interação social, na qual as palavras são empregadas como meio de comunicação ou de

interação. A linguagem é então, um signo mediador por excelência, por isso Vygotsky confere a ela um papel de destaque no processo de pensamento (MARTINS e MOSER, 2012).

1.3.2 APRENDIZAGEM E DESENVOLVIMENTO

Vygotsky ressalta o papel da escola no desenvolvimento mental das crianças. O ambiente escolar se torna importante no sentido de proporcionar o contato com o conhecimento acumulado de forma sistematizada. O professor tem o papel explícito de interferir nos processos e provocar avanços nos alunos. O aluno, no modelo de Vygotsky, não é apenas o sujeito da aprendizagem, mas aquele que aprende com o outro aquilo que seu grupo social produz.

O autor identifica dois níveis de desenvolvimento. O **Desenvolvimento Real** se refere às conquistas já consolidadas na criança, aquelas capacidades ou funções que ela realiza sozinha, sem auxílio de outro indivíduo pois já passou pelo processo de mediação, e o **Desenvolvimento Potencial**, que se refere àquilo que a criança pode realizar com auxílio de outro indivíduo. Neste caso, as experiências são muito importantes, pois ela aprende através do diálogo, colaboração, imitação, etc. A distância entre os dois níveis de desenvolvimentos é o que Vygotsky denomina **Zona de Desenvolvimento Proximal - ZDP**. Como ele próprio afirma *aquilo que é zona de desenvolvimento proximal hoje será o nível de desenvolvimento real amanhã* (COELHO e PISONI, 2012).

O conceito de zona de desenvolvimento proximal é de extrema importância para as pesquisas do desenvolvimento infantil e para o plano educacional, justamente porque permite a compreensão da dinâmica interna do desenvolvimento individual. Através da consideração da zona de desenvolvimento proximal, é possível verificar não somente os ciclos já completados, como também os que estão em via de formação, o que permite o delineamento da competência da criança e de suas futuras conquistas, assim como a elaboração de estratégias pedagógicas que auxiliem neste processo (REGO, 2014, p.74).

Ainda segundo Rego (2014), o conhecimento adequado do desenvolvimento individual envolve a consideração tanto do nível de desenvolvimento real quanto do potencial.

Para Vygotsky a aprendizagem precede e impulsiona o desenvolvimento cognitivo, além disso, é através do processo de aprendizagem que o processo de desenvolvimento irá progredir.

O processo de desenvolvimento progride de forma mais lenta e atrás do processo de aprendizado; desta sequenciação resultam as Zonas de Desenvolvimento Proximal. [...] O aprendizado desperta vários processos internos de desenvolvimento, que são capazes de operar somente quando a criança interage com pessoas e quando em cooperação com seus companheiros. Uma vez internalizado, esses processos tornam-se parte das aquisições do desenvolvimento da criança (VYGOTSKY, 1998).

A ZDP é uma verdadeira janela de oportunidades para a aprendizagem e é necessário que o professor idealize e ponha em prática tarefas de ensino e aprendizagem que a potencializem, através do uso da linguagem e do contexto cultural, os quais são considerados pelo autor como as mais importantes ferramentas a serviço da aprendizagem e do desenvolvimento (VYGOTSKY, 2005).

1.3.3 O PROCESSO DE FORMAÇÃO DE CONCEITOS

O desenvolvimento mental da criança é um processo contínuo de aquisições, desenvolvimento intelectual e linguístico relacionado à fala interior e pensamento. Impondo estruturas superiores, ao saber de novos conceitos evita-se que a criança tenha que reestruturar todos os conceitos que já possui (COELHO e PISONI, 2012, p. 147).

Vygotsky define os **conceitos cotidianos ou espontâneos** como aqueles adquiridos da experiência pessoal, concreta e cotidiana. Eles são fruto das observações, manipulações e vivências diretas da criança. Por outro lado, os diferencia dos **conceitos científicos**, que são adquiridos em sala de aula, não sendo diretamente acessíveis à observação ou ação imediata da criança. A escola tem papel fundamental na formação dos conceitos científicos, proporcionando à criança um conhecimento sistemático de algo que não está associado à sua vivência direta. Através do aprendizado escolar a criança vai entrar em contato com o mundo dos conhecimentos científicos, que a induzirá à percepção generalizante, de extrema importância para a conscientização de seus próprios processos mentais (MENAGASSI, 1987).

Ter consciência de um conceito implica na existência de uma hierarquia de diferentes níveis de generalidade, conceitos supra-ordenados e conceitos subordinados. A expansão dos conceitos, com a inclusão de novos significados, não presume que o indivíduo tenha que reestruturar todos os seus conceitos anteriores. A estrutura já existente gradualmente

se expande incorporando o novo significado a sua estrutura correta. Vygotsky exemplifica esta expansão através da palavra flor.

Parece-nos óbvio que um conceito possa submeter-se à consciência e ao controle deliberado somente quando começa a fazer parte de um sistema. Se consciência significa generalização, a generalização, por sua vez, significa a formação de um conceito supra-ordenado que inclui o conceito dado como um caso específico. Um conceito supra-ordenado implica a existência de uma série de conceitos subordinados, e pressupõe também a hierarquia de conceitos de diferentes níveis de generalidade. Assim, o conceito dado é inserido em um sistema de relações de generalidade. O seguinte exemplo pode ilustrar a função de diferentes graus de generalidade no aparecimento de um sistema. Uma criança aprende a palavra *flor*, e logo depois a palavra *rosa*; durante muito tempo o conceito “flor”, embora de aplicação mais ampla do que “rosa”, não pode ser considerado o mais geral para a criança. Não inclui nem subordina a si a palavra “rosa” – os dois são intercambiáveis e justapostos. Quando “flor” se generaliza, a relação entre “flor” e “rosa”, assim como entre “flor” e outros conceitos subordinados, também se modifica na mente da criança. Um sistema está se configurando (VYGOTSKY, 2005, p. 116).

Os conceitos espontâneos se desenvolvem em um caminho ascendente, criam uma série de estruturas psicológicas necessárias para a evolução dos aspectos mais primitivos e elementares de um conceito, que lhe dão corpo e vitalidade. Os conceitos científicos, se desenvolvem de maneira descendente e fornecem estruturas para o desenvolvimento ascendente dos conceitos espontâneos da criança rumo à consciência e à utilização deliberada. Os conceitos científicos desenvolvem-se para baixo, através dos conceitos espontâneos; os conceitos espontâneos desenvolvem-se para cima, através dos conceitos científicos. Ambos se desenvolvem em direções opostas, mas os dois processos estão relacionados, pois *é preciso que o desenvolvimento de um conceito espontâneo tenha alcançado um certo nível para que a criança possa absorver um conceito científico correlato* (VYGOTSKY apud LA TAILLE et al, 1992).

Para Vygotsky os conceitos científicos são as formas mais avançadas de generalização e, portanto, de interação social (WERTSCH, 1988). Os conceitos científicos são generalizações conscientes e voluntárias (arbitrário) e têm influências nos PPS: “os conceitos científicos são os que permitem aos sujeitos realizar a atividade mental com máxima independência do contexto concreto, representam o ponto final na descontextualização dos instrumentos de mediação” (WERTSCH apud PASSERINO, 2005).

Isso demonstra a necessidade de entender o relacionamento dos dois conceitos, o conceito científico desenvolve-se por meio do conceito espontâneo e esse por meio daquele. Vygotsky termina sua exposição sobre o desenvolvimento dos conceitos na criança, afirmando que o aprendizado tem sua gênese fora da escola, que os conceitos espontâneos são *um produto do aprendizado pré-escolar, da mesma forma que os conceitos científicos são produtos do aprendizado escolar* (MENAGASSI, 1987). Um conceito é um ato real e complexo do pensamento. Assim, apesar de Vygotsky destacar a importância do professor no processo de mediação, a aprendizagem de conceitos emerge, do processo dialético e não pode ser simplesmente transmitida por ele:

A experiência prática mostra também que o ensino direto de conceitos é impossível e infrutífero. Um professor que tenta fazer isso geralmente não obtém qualquer resultado, exceto o verbalismo vazio, uma repetição de palavras pela criança, semelhante à de um papagaio, mas que na realidade oculta um vácuo (VYGOTSKY, 2005, p.104).

CAPÍTULO II

O ESTUDO PILOTO

2.1 JUSTIFICATIVA

A necessidade do estudo piloto surgiu da tentativa de enfrentar o problema da baixa qualidade de motivação da turma. Já haviam sido feitas tentativas de utilização de metodologias não convencionais: Instrução por pares (Peer Instruction) e Ensino sob medida (Just in Time Teaching). No entanto, a implementação destas iniciativas necessita do envolvimento ativo dos estudantes extra classe, como na realização de tarefas de leitura, respondendo a questionamentos online, etc.

2.2 CARACTERIZANDO A AMOSTRA

Esta etapa da pesquisa foi desenvolvida no segundo trimestre do ano de 2016. Participaram do estudo 08 alunos do 9º ano de uma escola particular da área urbana do município de São Mateus-ES, na qual eu era o professor regente. Nesta escola as disciplinas de Física e Química são ministradas separadamente, por professores habilitados. Cada uma possui carga horária de duas aulas semanais de 50 minutos. No caso desta turma em particular, as aulas não eram geminadas, havendo um grande intervalo de tempo entre elas. Assim optou-se por desenvolver as atividades que pudessem ser finalizadas em uma única aula.

2.3 AS ATIVIDADES INVESTIGATIVAS EXPERIMENTAIS PROPOSTAS

O conteúdo foi escolhido por apresentar um bom potencial para a execução de atividades práticas. Como vimos em Carvalho (2013) as questões propostas devem estar ligadas a vivência dos estudantes. Embora o conceito físico de Empuxo não seja trivial, todos convivemos em nossos cotidianos com objetos que ‘boiam e afundam’. No entanto,

poucos de nossos alunos compreendem realmente porque isso acontece. Assim, esse conceito permanece repleto de concepções espontâneas.

De acordo com o que preconizam autores como Bzuneck (2010), as atividades foram apresentadas em forma de desafios, com um grau crescente de dificuldade, que deveriam ser solucionados pelos grupos.

2.3.1 DESAFIO 01 – FAZER A MASSINHA BOIAR

Material: Caixa plástica transparente com água e massinha de modelar.

Passo a passo: Os estudantes foram divididos em grupos de dois alunos; Cada dupla recebeu os materiais. Ao mostrar aos alunos uma bolinha de massa de modelar perguntei a eles se ela afundaria ou boiaria, quando colocada na água. Após todos responderem, a bolinha foi jogada na água e afundou; Então, os desafiei a fazê-la boiar. O desafio deveria ser solucionado em cinco minutos. Tendo decorrido parte do tempo, para auxiliar na construção das hipóteses, orientei os estudantes a pensar sobre ‘Por que algumas coisas boiam e outras afundam’. Passado o tempo proposto, iniciamos uma conversa, a partir da qual foram coletadas respostas e impressões.

Depois que todos haviam finalizado o primeiro desafio passou-se então ao segundo.

2.3.2 DESAFIO 02 – FAZER O SUBMARINO SUBIR E DESCER

Material utilizado: Caixa plástica transparente com água e modelo de submarino (garrafa plástica com fundo furado e mangueira acoplada à tampa, Figura 2).

Passo a passo: Mantendo-se os grupos, foi mostrado o modelo de ‘submarino’ e proposto o segundo desafio: Fazer o ‘submarino’ subir e descer na água. Foi dado a eles um tempo de 10 minutos para a execução do desafio. Passado o tempo proposto conversei com os estudantes, coletando suas respostas e impressões.



Figura 02. Aparato usado na realização do Desafio do Submarino.

2.4 DESCREVENDO A EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES

Os dados coletados compreendem o registro da conversação, gravada em áudio, entre mim e os alunos durante a execução das atividades e as observações elaboradas imediatamente após o término da aula.

Nesta descrição os grupos foram identificados por cores, e cada membro da dupla identificado pelo número um ou dois. Essa codificação foi usada para facilitar o acompanhamento durante a análise.

O grupo Vermelho foi o primeiro a resolver o Desafio 1. Os estudantes utilizaram uma folha de papel, a amassaram, envolvendo a massinha. Quando questionados sobre o porquê da eficácia de sua estratégia, cada componente do grupo justificou de maneira distinta:

Vermelho 1 - Porque o papel eu acho que ele é mais leve, e a massinha é mais pesada.

Vermelho 2 - O papel é... ele absorve a água. (Outro aluno interrompe a explicação)

Professor - De alguma forma vocês estão mudando as características da massinha. O que vocês mudaram aí [...] que antes ela não boiava e agora ela boia? [...] Você acha que ela ficou mais pesada ou mais leve?

Vermelho 01 - Mais leve!

Professor – Você colocou mais massa e ela ficou mais leve? A massa não sumiu! (O Vermelho 1 então fez uma careta).

Os estudantes da segunda dupla, Grupo Amarelo, tentaram achatar a massinha e usar apenas parte dela, mas essas estratégias falharam. Então tentaram moldar a massinha na forma de uma ‘tigela’. A massinha boiou por poucos instantes, mas logo a água começou a entrar na tigela e ela afundou. Para contornar esse problema, eles subiram as paredes da tigela que ficou mais parecida com um copo. Depois prenderam uma caneta embaixo da massinha, justificando que, como a caneta boiava ela iria ajudar a massinha boiar (Figura 3d).

Professor – Qual a característica da massinha você mudou para resolver o problema?

Amarelo 1 – É não sei. Não sei simplesmente.

Professor – Você fez tipo uma concha né?! Mas o que deu na sua cabeça pra você fazer isso aí?

Amarelo 1 – É porque o barco é assim!

Professor – Por que você acha que esse formato aí... foi só o formato que você mudou. Você não colocou nada nem tirou nada. O que você acha que esse aí tem de diferente do outro pra ele boiar? Por quê?

Amarelo 1 – É porque eu acho que quando tem o buraco. O ar fica aqui dentro. Não deixa a água [...]

Professor – É porque não entra água né?! Então é justamente isso. Qual a influência da água entrar aí dentro?

Amarelo 1 – É que a água deixa pesado.

Inicialmente, os integrantes do Grupo Azul estavam muito confiantes. Tiraram um pedacinho de massinha e falaram:

Azul 1 - É fácil! quer ver professor?! Olha só!

Jogaram o pedaço de massinha na água e observaram, decepcionados, a massinha afundando instantaneamente. Depois disso tentaram: Achatar a massinha; fazer um furo no meio da massinha achatada; encaixaram uma tampa de cola no furo anteriormente feito no centro da massinha; usaram a tampa traseira do celular como uma espécie de barco (obtendo êxito) e, por fim, tentaram melhorar seu ‘Barquinho’, usando a massinha para tampar o orifício que encaixa a câmera do celular, porém, este lado ficou mais pesado que o outro, fazendo entrar água no ‘barquinho’ e afundando o conjunto (Figura 3c).

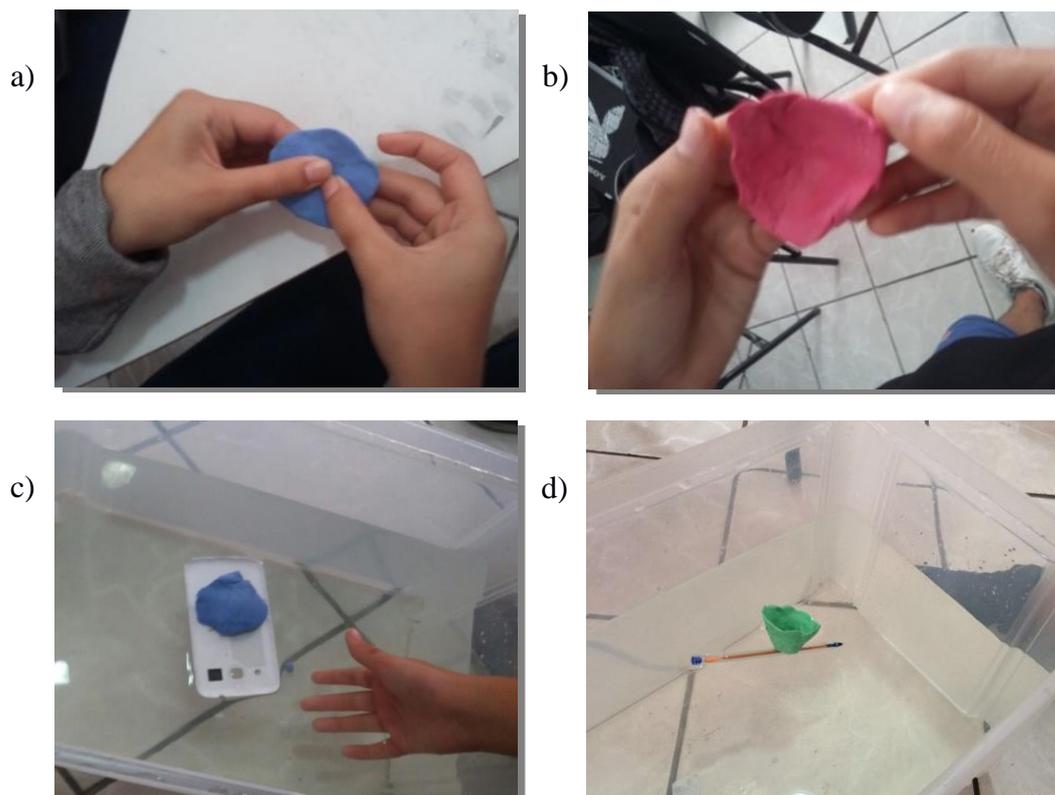


Figura 03. Tentativas dos alunos de fazer a massinha boiar.

Professor – Não tá boiando não hein! [...] Pensa nas coisas que boiam. O que que boia?

Azul 2 – Coisas leves! Tipo a capinha do meu celular!

Finalmente o Grupo Roxo era composto por dois alunos com personalidades bem distintas. Um deles com mais facilidade de expressar-se. O outro componente mostrou-se mais tímido. Enquanto o primeiro resolvia os problemas com rapidez e com explicações coerentes, o outro só ficava olhando e, aparentemente, nem entendia o que ele estava fazendo, nem sabia o porquê de estar fazendo aquilo. Quando questionado se participou da resolução do problema, ou se tinha alguma opinião diferente de como resolvê-lo, simplesmente sorria e balançava a cabeça em sinal negativo.

Professor – [...] você fez tipo uma concha né!? Mas o que deu na sua cabeça pra você fazer isso?

Roxo 1 – É porque, porque barco é assim!

Professor – Por que você acha que esse formato aí? É só o formato que você mudou! Não colocou nem tirou nada! Por que esse formato aí? Esse buraco aí, não deixa a massinha afundar?

Roxo 1 – É por que eu acho que quando tem o buraco o ar fica aqui dentro. Não deixa entrar água.

Professor – Qual a influência da água?

Roxo 1 – É porque a água deixa mais pesado.

Todos os grupos alcançaram êxito no Desafio 1. Então o Desafio 2 foi apresentado logo em sequência:

Professor: Mas agora cada um de vocês agora vão ganhar um submarino... submarino... Desafio de vocês... outra coisa, pode o que quiser com ele também, só não pode pegar com a mão, descer ele e subir [...] nem olhar na internet. [...]. Você vai pegar isso aqui e fazer ele boiar na hora que você quiser que ele boie e ele descer na hora que você quiser que ele desça. Ah Professor, mas como?! É isso que eu quero saber.

Os alunos não tiveram dificuldades em fazer com que o submarino descesse, burlando, porém, a regra era de não tocá-lo. Alguns tiraram a tampa e outros sugaram a água para dentro da garrafa.

Vermelho 1 – O que tem que estar lá embaixo é isso aqui? (Apontando para a garrafinha plástica). Ou a mangueira também?
Professor – O submarino é isso aqui! (Apontando para a garrafinha plástica) [...] Agora faz ele subir sem colocar a mão! Sem colocar a mão!
 [...]
Professor: Fez subir aí?
Amarelo 2 – Nem descer não desceu!

O integrante do Grupo Vermelho embora tenha usado a mangueira para sugar o ar e encher o submarino de água. Demorou a compreender que deveria soprar a água para que ele subisse.

Vermelho 2 - Tem que tirar a água lá de dentro. Tem que fazer tirar. Tem que puxar com a boca.
Vermelho 1 – Afundou! Afundou!

O Grupo Roxo solucionou o desafio rapidamente, mas apenas um dos integrantes atuou na construção da solução.

Roxo 1 – Professor consegui! [...]
Professor -Você fez ----?
Roxo 2 – Não só ele mesmo...
Professor –Mas você pensou a mesma coisa que ele?
Roxo 2 – Não sei.
Roxo 1 – porque quando entrou água aqui dentro, ficou mais pesado, aí... tipo... ele desceu. Quando eu assoprei, a água que estava aqui dentro, eu assoprei e ela saiu e ficou mais leve.

2.5 ANALISANDO OS RESULTADOS

Os resultados obtidos no estudo piloto forneceram indícios de que as Atividades Investigativas mostravam-se como uma alternativa viável, para aumentar o engajamento dos alunos.

Durante o estudo os estudantes demonstraram curiosidade e buscaram a solução dos desafios. Mesmo que a princípio se mostrassem incrédulos, todos acabaram se empolgando, até mesmo os que normalmente se mostravam pouco interessados nas aulas convencionais.

Foi possível perceber que houve uma intensa discussão na busca da solução dos desafios. Mesmo aqueles que tinham menos facilidade foram auxiliados pelos demais e ao final todos alcançaram êxito. Esta troca de ideias gera o ambiente propício para a formação de conceitos. É importante ressaltar a ação do professor, em alguns momentos a intervenção foi necessária para direcionar a discussão e principalmente na etapa de formalização dos conceitos.

CAPÍTULO III

O ESTUDO PRINCIPAL

3.1 CARACTERIZANDO A AMOSTRA

O estudo principal foi realizado no início do ano letivo 2017 com alunos que possuíam características semelhantes àqueles do estudo piloto. Ambas eram turmas do 9º ano, da mesma escola, com um número semelhante de alunos (nove) e com igualmente baixa qualidade motivacional. Assim como na turma do ano anterior, a disciplina de Física conta com duas aulas semanais de 50 minutos, não geminadas, porém no mesmo dia.

Assim como no estudo piloto, as atividades experimentais foram desenvolvidas por mim, preferencialmente em uma única aula, embora em algumas situações fosse feita uma aula introdutória ou mesmo uma discussão na aula seguinte.

3.2 AS ATIVIDADES INVESTIGATIVAS PROPOSTAS

O ponto central deste trabalho é a busca pela melhoria da motivação em aprender Física. Procuramos utilizar Atividades Investigativas que, por sua natureza, englobam características que podem incorporar elementos descritos pelos pesquisadores da área como intensificadores da motivação em aprender. Bzuneck (2010 e 2012) lista categorias de estratégias usadas para melhorar a qualidade da motivação:

- Usar os interesses pessoais dos alunos como forma de incentivá-los a participar mais efetivamente das atividades;
- Apresentar as tarefas em forma de Desafios, com diferentes níveis de dificuldade, para torná-las mais atraentes;
- Utilizar o ‘Embelezamento’ para quebrar a mesmice das aulas;
- Dar sempre o Feedback, seja positivo ou negativo, para que o aluno saiba se está fazendo um bom trabalho ou se é preciso melhorar.

Baseado na experiência adquirida no estudo piloto, foram feitas algumas adaptações no procedimento de aplicação. Além disso, foram escolhidas não apenas atividades de caráter experimental, no sentido de ampliar as possibilidades. As atividades – descritas no Apêndice B – foram escolhidas de acordo com os conteúdos previstos para o ano letivo da turma:

- De onde veio o Metro?
- Estudando o movimento com o Tracker.
- Rampa de Corrida.
- Equilibrando Forças.
- Planeta Terra – Rotação e Translação.

3.3 EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES INVESTIGATIVAS

3.3.1 DE ONDE VEIO O METRO?

Esta atividade foi desenvolvida ao longo de 04 (quatro) aulas e abordou o assunto **Padrões e Unidades de Medidas/Grandezas Físicas**. Há uma deficiência muito grande que permanece ao longo das três séries do ensino médio quanto ao uso das unidades de medidas e, com muita frequência, os alunos não sabem nem identificar qual será a unidade de medida usada em cada situação. Esse é um tema fundamental, considerando que as unidades de medida têm suma importância para transmitir uma informação completa e correta ao se comunicar Ciências.

Inicialmente foram apresentadas aos alunos algumas questões, sem respondê-las: Como se faz ciência; O que é necessário para um conhecimento ser considerado científico; Como os cientistas usam o método científico. Como exemplo o professor apresentou uma situação:

Professor – Como se faz ciência? Alguém tem noção? Tô falando André que não é qualquer coisa que é conhecimento científico. Não é qualquer coisa. Por exemplo: Se eu falar pra você que se você comer uma manga e tomar leite junto você morre. Isso é conhecimento científico? Por quê?

O problema usado para exemplificar foi escolhido por ser uma crença bastante difundida. O uso de um assunto comum, permitiu que os alunos ficassem mais à vontade. Carvalho (2013) destaca a importância de envolver na situação problema, coisas da realidade do aluno, que só assim será realmente um problema válido.

Quadro 01. Sequência das ações na Atividade Investigativa 01.

	ATIVIDADE 1 – DE ONDE VEM O METRO?
AULA 01	<ul style="list-style-type: none"> Foi apresentada uma aula expositiva sobre o Método Científico; Apresentação do vídeo ‘O Incrível Mundo de Beakman – Episódio 14’. No vídeo os personagens respondem à pergunta ‘Como é que os cientistas ‘sacam’ as coisas?’, mostrando os passos do método científico; Discutir com os alunos utilizando uma situação problema.
AULA 02	<ul style="list-style-type: none"> Para o desafio proposto os alunos foram divididos em 02 grupos (vermelho e azul) de 04 integrantes. Anunciei o seguinte desafio: “<i>Vocês deverão desenvolver uma estratégia para calcular a área do piso e o volume desta sala. Poderão utilizar tudo que estiverem no interior da sala. Vencerá o desafio a equipe que obtiver a resposta correta, em menos tempo</i>”; Foram dados dois minutos para discussão em grupo; Após os grupos apresentarem seus resultados, fiz as medidas e calculei os valores para efeito de comparação.
AULA 03	<ul style="list-style-type: none"> Na aula seguinte, foi feita uma roda de discussão para avaliação dos resultados. Apresentei uma série de questões pré-definidas: <ol style="list-style-type: none"> Qual foi a estratégia que vocês usaram para medir a área do chão e o volume da sala? O que mais a gente mede além do comprimento? Você tem alguma coisa com você que pode ser usado para medir? Por que medir quantidades é importante para nós no dia-a-dia? Como a gente faz para medir todo mundo a mesma coisa? Todos os grupos mediram a área do chão e o volume da sala. Como saber se, essas medidas são equivalentes? Enfatizei a explicação de que a base, a altura, a largura e o tamanho que eles tanto falam, em Física são denominadas medidas de COMPRIMENTO; Foi distribuído o texto ‘Metro: para medir o mundo’ de Beatriz Baldin.
AULA 04	<ul style="list-style-type: none"> Esta aula foi utilizada para sistematizar o conhecimento; O texto, entregue na aula anterior, descreve o estabelecimento da medida do metro padrão, tendo como pano de fundo as mudanças sociais que ocorreram durante a Revolução Francesa; Aproveitando o ensejo perguntei sobre o que mais é possível medir além do comprimento das coisas e apresentei as demais grandezas fundamentais do Sistema Internacional de Medidas; No final propus que os estudantes pesquisassem sobre a história da criação das demais grandezas fundamentais.

O vídeo exibido na sequência mostrava os personagens do ‘Mundo de Beakman’ discutindo sobre o que é necessário para estabelecer um conhecimento como conhecimento científico. A partir desta discussão, recapitulei com os alunos os passos do método científico, retomando a situação problema:

Professor – Quais são os passos então do método científico?
João¹ – Hipótese!
Tiago – Hipótese... Problema!

¹ Os nomes dos estudantes foram modificados para preservar suas identidades.

Professor – Primeiro... Definir um??
Todos – Problema!
Professor – Segundo... Criar uma??
Todos – Hipótese!
Professor – Terceiro...
André – Testar a hipótese!
Professor – Exatamente. Testar a hipótese... e quarto?
João – Chegar a uma conclusão.
Débora – Depois criar uma nova hipótese.
 [...]
Professor – No problema da manga... Qual o problema? Tô a fim de comer manga e beber leite, mas não sei se vou morrer. Então vamos criar uma hipótese. Defina a hipótese Felipe!... Defina a hipótese Pedro!
João – Manga com leite mata.
Pedro – Você dá pra um bicho comer se ele morrer.
Professor – Você pode começar fazendo isso, mas quando você chegar a conclusão só pode chegar à conclusão de que o cachorro não morre se ele comer manga com leite. Mas, pra você saber se VOCÊ vai morrer comendo manga com leite só tem um jeito de saber.
Tiago – Você nunca tomou vitamina? manga e leite?
Professor – Então vai lá, qual será nossa hipótese?
João – Se comer manga e leite morre [...] Ninguém chegou num velório... O que aconteceu? Foi manga com leite!
 [...]
Professor – Faz parte do método científico também a Indução. O que é indução professor? É isso que o ... o João acabou de fazer. É você induzir pelo que você costuma ver. Por exemplo, ele disse, eu nunca cheguei num velório perguntei a causa da morte e responderam: comeu manga com leite. Nunca vi ninguém morrer de comer manga com leite.

Vemos que o uso do vídeo como embelezamento, auxiliou a condução da discussão sobre o método científico. Embora os estudantes não soubessem responder as perguntas propostas inicialmente, utilizaram depois informações e ideias que identificaram no vídeo.

Outro ponto a ser destacado é a postura não diretiva adotada pelo professor. Diferentemente de uma aula expositiva na qual as informações lançadas poderiam ser pouco absorvidas, a aula dialógica proporcionou uma discussão em que os alunos experimentaram, com a mediação do professor, a construção de seus próprios argumentos.

Na aula seguinte foi proposta uma atividade prática em forma de desafio. Ainda durante o enunciado os alunos já se pronunciaram contra ‘fazer cálculos’. O desenvolvimento do desafio foi marcado pela aversão dos estudantes aos cálculos. A simples menção da palavra *calcular* produziu um efeito imediato. Em vários momentos, os estudantes manifestaram sua insatisfação em ter que efetuar contas. Talvez este efeito possa ser minimizado ajustando o vocabulário, usando palavras como *descobrir*, *encontrar* ou *acertar* para não enfatizar a matemática envolvida, mas o processo de aquisição da medida.

André – Envolve número?

Professor – Um pouco!
André – Aí professor... você quebra nós.
 [...]
 Professor – Vocês deverão desenvolver uma estratégia para calcular... (Todos os alunos protestaram)
André – Ai Timóteo!
Tiago – Que é isso!?
João – Calcular não!!!

Os alunos Felipe e Débora retiraram réguas de suas mochilas, posteriormente o professor percebeu que não deveria ter permitido o uso de réguas. Essa estratégia impediu que eles criassem padrões de medida diferentes do metro e seus múltiplos.

O grupo azul, depois de uma breve reflexão, começou a medir a largura da parede do fundo da sala, usando a régua. Depois mediram a altura da parede. Usando esses valores eles calcularam o que imaginavam ser a área do piso. Mesmo tendo que calcular a área do piso, mediram a altura da sala, calculando assim a área da parede. O professor chamou atenção para o equívoco, mostrando que aquela era a área da parede e não do piso. Eles então corrigiram a estratégia inicial e começaram a medir a profundidade da sala.

No grupo vermelho, Débora tentou inicialmente medir a área de cada piso individual. Porém, André sugeriu que eles deveriam medir a distância entre as paredes, e depois sugeriu usar passos. Então o grupo foi convencido e resolveu mudar a estratégia.

André – Tem que saber quantos metros tem daqui até lá. Você tá negociando piso por piso, por quê?
Pedro – Porque ela vai pegar o tamanho disso aí e colocar vezes o tanto de piso que tem na sala.
André – Então vocês vão contar o piso todo!? Vamos aqui minha filha! Olha um passo meu tem 45 centímetros! [...]

Ficou evidenciado que os conceitos matemáticos referentes aos cálculos de áreas e volumes não possuíam um significado para estes alunos. A maioria dos estudantes foi incapaz de se lembrarem de como efetuar o cálculo o que culminou na adoção de uma estratégia equivocada por um dos grupos, possivelmente por se basearem em uma fórmula memorizada ‘base vezes altura’.

Neste episódio percebemos como um feedback negativo, chamar atenção para o erro, pôde ser útil na condução da atividade. Houve um momento para o esclarecimento das dúvidas, relembrando as ‘fórmulas’ e principalmente, a explicação do significado de cada termo nas fórmulas, o que ajudou todos os grupos a finalizarem a tarefa. Ambos os grupos terminaram o desafio corretamente. Apesar do desânimo inicial, a maioria dos alunos se dedicou à tarefa, apenas um deles não se integrou ao seu grupo, participando em raros momentos.

3.3.2 ESTUDANDO O MOVIMENTO COM O TRACKER

Na segunda atividade foram abordados conceitos fundamentais da **Cinemática** como: referencial, posição, movimento, repouso, trajetória, deslocamento, distância percorrida e velocidade. Esta introdução é fundamental na compreensão da Física como uma tentativa de descrição dos fenômenos naturais, apresentando as variáveis como elementos que se relacionam através de relações matemáticas.

Quadro 02. Sequência das ações na Atividade Investigativa 02.

ATIVIDADE 2 – ESTUDANDO O MOVIMENTO COM O TRACKER	
AULA 01	<ul style="list-style-type: none"> • Foi apresentada uma introdução expositiva sobre os conceitos de Velocidade, Repouso e Movimento; • Para vivenciar estes conceitos, foi feita a ‘Brincadeira do ônibus’. Convidei os alunos a realizarem uma viagem comigo. Desenhei um ônibus no quadro e identifiquei os alunos da sala como motorista, passageiros no ônibus e um passageiro no ponto a espera do ônibus. Durante a brincadeira exploramos diversas situações onde movimento e repouso são uma questão de referencial.
AULA 02	<ul style="list-style-type: none"> • Foi apresentada uma aula expositiva inicial utilizando o software Tracker; • Utilizei um vídeo previamente gravado de um carrinho disparado com um peteleco e, em seguida, outro carrinho com velocidade maior ultrapassando-o; • Depois da discussão foi feita a seguinte pergunta: Qual foi o momento em que os carros tiveram a mesma velocidade? • Foi feita uma revisão sobre o que é trajetória, posição, deslocamento, distância percorrida, intervalo de tempo e velocidade média, utilizando gráficos e tabelas gerados pelo próprio programa. Também foi demonstrada a análise dimensional da velocidade média; • Os alunos calcularam a velocidade média dos carrinhos utilizando os dados da tabela e do gráfico gerados pelo Tracker.

A primeira aula transcorreu em um clima bastante descontraído. Os alunos aceitaram a proposta e participaram da brincadeira, interpretando seus personagens. André foi o motorista. Em uma das cadeiras da frente estava Priscila e, ao seu lado, Débora. Também estavam no ônibus: Pedro, Mirian e Tiago. Fora do ônibus desenhei um pé de árvore e sentado embaixo da árvore, Paulo. Durante a ‘viagem’ narrei várias situações e fiz diversas perguntas. Como por exemplo, se o motorista estava em repouso ou movimento. Neste momento, houve uma discordância de opiniões e foi explicado que antes de dar a resposta, era preciso que se fizesse uma pergunta: *Qual era o referencial adotado?*² Depois de

² O arquivo de áudio referente a este episódio foi corrompido, o que impossibilitou a transcrição. As informações citadas foram registradas nas anotações de aula.

esclarecida a dúvida os alunos demonstraram ter compreendido a necessidade de estabelecer um referencial para definir o repouso ou movimento.

O vídeo utilizado na segunda aula foi produzido com antecedência para poupar tempo. Ele mostra dois carrinhos, A e B, durante uma ultrapassagem. O carrinho A é lançado primeiro com menor velocidade. Depois é alcançado pelo carrinho B, que mesmo iniciando o movimento meio segundo depois alcança e ultrapassa o carrinho A.

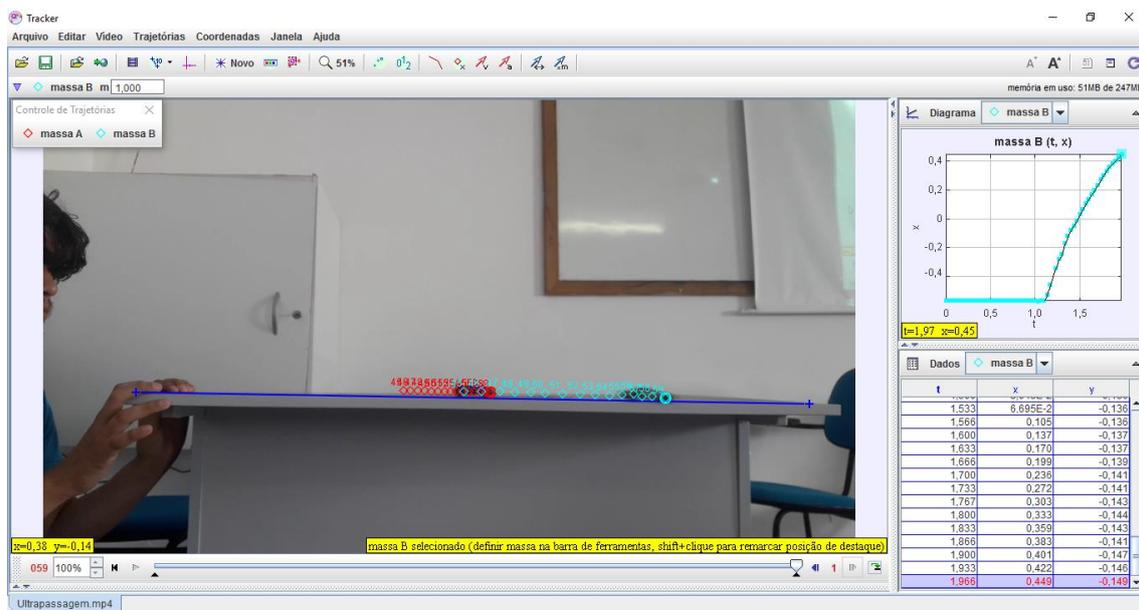


Figura 04. Tela do software Tracker.

Primeiro os alunos observaram na projeção da tela do software, os dados do movimento, os gráficos e tabelas contendo os valores da posição dos carrinhos ao longo do tempo. Embora os alunos ainda não houvessem estudado análise de gráficos em Física, com a ajuda do software eles puderam perceber e relacionar o maior espaço percorrido com a velocidade.

Professor – Vocês olhando pra esse gráfico conseguem descobrir qual que teve a maior velocidade?

Paulo – O B!.

João – O B!!

Paulo – Não... mas... tipo.. O B demorou não mais para andar?

Professor – Ele demorou mais pra andar. Mas depois que ele andou também oh.

Pedro – Mas rendeu!

Professor – Então vamos ver se foi isso mesmo... Vou dar o play ein!

Só neste momento é que os alunos assistiram ao vídeo, demonstrando bastante empolgação com o desfecho. Foi perceptível que os meninos demonstraram mais interesse que as meninas. Talvez porque eles tivessem mais interesse pelas brincadeiras de carrinho que elas. Isso nos mostra como a heterogeneidade da sala deve ser considerada quando se busca um embelezamento para as aulas.

A utilização do software de análise de vídeos mostrou sua potencialidade em cativar a atenção dos estudantes. Durante esta aula foi possível perceber menos momentos de distração, tão frequentes nesta turma.

Novamente quando foram solicitados a calcular a velocidade média dos carrinhos demonstraram desinteresse em efetuar as contas necessárias.

No final da discussão foi proposta uma última questão:

Professor – E agora uma pergunta para todo mundo. Em cada instante de tempo a velocidade deles era diferente, né! Qual foi o momento em que eles tinham a mesma velocidade? Os dois carros.

Paulo – No início quando eles não tinham nenhuma.

Professor – Tem mais algum ponto?

Mirian – Quando uma ultrapassa o outro?

[...]

Paulo – Não professor é meio complicado isso aí.

Professor – Sua resposta foi ótima. No início os dois estavam parados então a velocidade era a mesma claro. E depois houve algum outro momento em que os dois tinha a mesma velocidade.

Paulo – Depois é o que [...] falou. Quando ultrapassou o A.

Professor – Vocês concordam com ela.

Vários – Sim!

João – Não! Porque ele pode ultrapassar também em uma velocidade maior.

Tiago – Mas se os dois ficarem alinhados aí já era!

Professor – Então se os carros ficarem alinhados então tem a mesma velocidade.

Paulo – Isso pra mim no começo fez sentido.

De acordo com a literatura (FIOLHAIS e TRINDADE, 1998) esta questão é frequentemente respondida de maneira incorreta, baseado no senso comum, quando os alunos não param para refletir. Vimos neste episódio como a valorização da discussão e da interação entre professor e alunos e entre os próprios alunos favorece o ambiente de negociação de sentidos e conseqüentemente a aprendizagem.

3.3.3 RAMPA DE CORRIDA

Esta atividade foi desenvolvida em uma única aula e buscou capitalizar os interesses dos estudantes propondo uma brincadeira que envolvia diversos conceitos da **Cinemática**, mais especificamente as relações entre velocidade, deslocamento e tempo. Diferentemente das demais atividades, nela não houve competição, os grupos trabalharam de forma colaborativa para atingir o objetivo dos desafios.

Quadro 03. Sequência das ações na Atividade Investigativa 03.

	ATIVIDADE 3 – RAMPA DE CORRIDA
AULA 01	<ul style="list-style-type: none"> • Recapitulação dos conceitos estudados na aula anterior. • Foram formados dois grupos que trabalhariam em conjunto com o objetivo de resolver os desafios; • A cada grupo foi dada uma placa para ser usada como rampa. Embora uma das extremidades estivesse fixa à superfície, sua inclinação podia ser livremente modificada; • As rampas foram colocadas frente a frente com o ponto médio entre elas assinalado por uma faixa de fita crepe. O primeiro desafio foi enunciado: <i>Fazer os carrinhos descerem a rampa e se cruzarem na linha marcada;</i> • Após conseguirem resolver o desafio, a posição de encontro dos carrinhos foi modificada, ficando bem mais próxima de uma das rampas. E novamente os alunos foram desafiados a: <i>Fazer os carrinhos descerem a rampa e se cruzarem na linha marcada.</i>
AULA 02	<ul style="list-style-type: none"> • Os estudantes discutiram sobre o que influenciou no êxito do primeiro desafio e porque não foram capazes de repeti-lo no segundo desafio.

A estratégia inicial dos grupos foi montar as rampas de maneira simétrica:

André – Tem que ser os dois juntos gente. Paciência!

[...]

João – Podia marcar o lugar... É melhor marcar um pontinho aqui.

Débora – É melhor colocar a distância...Mais ou menos aqui, os carrinho vão sair.

João – Precisa de uma régua.

Quando perceberam que um dos carrinhos era mais lento procuraram soltá-lo primeiro. Então, fizeram modificações na altura das rampas. Depois de algumas tentativas alcançaram o êxito na tarefa. O que foi confirmado nas gravações de vídeo.

João – Mais esse carrinho ele fica... ele vai mais devagar.

Paulo – Fica meio difícil né.

Professor – Isso é ótimo.

André – Trapacearam aqui. Esse carrinho vai mais devagar.

Paulo – Foi de propósito cara.

Na etapa seguinte o ponto de encontro dos carrinhos foi modificado, ficando a um terço da distância de uma das rampas, o que tornou o desafio muito mais difícil. Os estudantes tiveram que ajustar sua estratégia várias vezes. Na primeira tentativa colocaram uma das rampas mais inclinada, mas mantiveram o mesmo ponto de partida. Numa decisão estratégica o carro mais lento foi colocado mais próximo a marcação do cruzamento. Como a diferença nas velocidades ainda era muito grande eles abaixaram a outra

rampa. Até que ajustaram um ponto na qual os carrinhos quase se cruzavam. Então eles continuaram tentando mesmo sem modificar os parâmetros. A estratégia era sincronizar o tempo de lançamento. Mas, com o fim do tempo de aula eles tiveram que cessar as tentativas.

Assim, nesta atividade a segunda parte do desafio não foi completada, embora os dois grupos tenham se empenhado bastante para isso. Isto não se caracterizou num insucesso da tarefa, pois a participação dos grupos e a discussão gerada nas tentativas mostrou que os alunos estavam engajados na busca de novas estratégias para a resolução do problema.

3.3.4 EQUILIBRANDO FORÇAS

Em nosso dia a dia estamos sempre empurrando, puxando, deformando e equilibrando coisas. O conceito de **Força**, abordado nesta atividade ao longo de 03 (três) aulas, é fundamental para a compreensão dos fenômenos físicos cotidianos.

Quadro 04. Sequência das ações na Atividade Investigativa 04.

	ATIVIDADE 4 – EQUILIBRANDO FORÇAS
AULA 01	<ul style="list-style-type: none"> • Os estudantes foram convidados a responder a um questionário sobre Forças e Movimento. Destacou-se que: <ol style="list-style-type: none"> a. Esse é um questionário simples, sobre coisas do dia-a-dia; b. Ele precisa ser individual para que eu possa ver o que cada um de vocês entendem sobre cada uma dessas situações; c. Não há fórmulas nem contas nesta atividade; d. Sejam sinceros, escrevam todas as linhas e não economizem palavras.
AULA 02	<ul style="list-style-type: none"> • As questões do questionário foram exaustivamente discutidas. Tomei cuidado para considerar todas as concepções espontâneas que surgiram nas respostas;
AULA 03	<ul style="list-style-type: none"> • Concomitante a formalização dos conhecimentos, foram feitas demonstrações sobre forças de campo (Eletrostática) e forças de contato (Atrito), utilizando materiais de baixo custo, mesas e carteiras; • Foi feita uma explanação sobre equilíbrio de forças; • Para os desafios propostos os alunos foram divididos em 02 grupos de 03 integrantes. Anunciei o primeiro desafio: <i>“Equilibre uma colher, um garfo e três palitos sobre o copo. Mas, sem encostar os objetos no fundo do copo.”</i> • Assim que cada grupo finalizou o desafio 1 era proposto o seguinte: <i>“Agora equilibre os cinco objetos, mas apenas os palitos podem tocar a borda do copo.”</i> • Terminado o desafio 2 foi proposto o terceiro: <i>“Equilibre um palito, a colher e o garfo. Apenas o palito pode tocar a borda do copo.”</i>

O objetivo do Questionário (Apêndice A), aplicado nesta aula, foi sondar os conhecimentos prévios da turma. Todas as questões envolviam situações do cotidiano, e os termos usados também se referiam à conceitos espontâneos, ou seja, independentes do ensino formal, sendo aprendido no dia-a-dia em sua interação com o mundo e com os outros.

De maneira geral os estudantes responderam, assim como previsto, baseados em concepções espontâneas já descritas na literatura (NARDI e GATTI, 2004). Foi enfatizado que o questionário não teria um caráter avaliativo. Os estudantes não demonstraram, no entanto, muita motivação em responder, dando respostas curtas e sem reflexão. Por isso, optei por solicitar que fossem mais completos em suas respostas, devolvendo a eles o questionário.

Depois de entregue pela segunda vez, foi feita uma discussão, questão por questão, enfatizando a distinção entre conceitos espontâneos e científicos.

Na questão da caixa, por exemplo, discutimos uma série de questões:

- A caixa vai se mover? Depende de quê?
- E se for uma caixa de isopor? Se mover pra onde? Pra que lado? Em que direção?
- Se eu quisesse fazer um movimento diferente (mudar a direção do movimento) na caixa? O que ele deveria fazer?

Para organizar os exemplos citados por todos na questão dois, elaboramos uma tabela na lousa, mostrando os objetos, o movimento que realizam e o que provocou o movimento.

OBJETO	Movimento	Causa do movimento
CADERNO	ABRE E FECHA ou sai da bolsa	ESFORÇO DE UMA PESSOA.
COMIDA	PEGA O HAMBURGUER E LEVA À BOCA	FORÇA DA MÃO DE UMA PESSOA
CARRINHO DE SUPERMERC.	EMPURRA e se move P/ FRENTE	FORÇA DAS MÃOS E PERNAS da pessoa no carrinho.
ÁRVORE	FOLHAS BALANÇANDO	FORÇA DO VENTO.
CANETA	deslizando	FORÇA QUE A PESSOA COLOCA NA CANETA
BOLA	ROLANDO EM DIREÇÃO AO GOL / JOGADOR	FORÇA DO PÉ
ESCOVA DE DENTE	circulando, direita, esquerda... nos dentes	Mão da pessoa.
RELÓGIO COPO	circular sobre o disco	FORÇA DA PILHA... FORÇA da gravidade / FORÇA DA PESSOA

Figura 05. Foto do quadro Objeto/Movimento/Força.

Professor – Nós vamos preencher uma tabela aqui a partir das respostas que vocês deram. Na primeira coluna nós iremos colocar o objeto. Na segunda coluna, vamos colocar um movimento daquele objeto e na terceira coluna, o que causou este movimento. Vamos lá!? Fala aí um objeto que você colocou André.

André – Eu coloquei um caderno.

Professor – Priscila, e você?

Priscila – Ahm... Comida

Professor – Débora.

Débora – Caneta.

Professor – Mirian

Mirian – Escova de dentes.

Professor – Pedro

Pedro – relógio.

Professor – Tiago

Tiago – Copo.

Professor – Mirian, qual é o movimento que um caderno pode fazer?

André – Abre e fecha, abre e fecha.

Professor – André, como a comida se move?

André – da mesa pra minha boca... vamos supor que seja um refrigerante, eu pego e bebo (gesticulando).

Professor – Pedro, como que um carrinho de supermercado se move?

[...]

Professor – Como que a bola se move?

Débora – Chute.

André – Pode chutar ela, ou passar.

Professor – Mais isso é a causa do movimento. Como ela se movimenta?

João – Rolando.

Professor – Em direção aonde?

André – Ao gol.

[...]

Professor – A escova de dentes.

João – Direita e esquerda... direita esquerda.

André – Direita esquerda, em cima, embaixo.

Professor – Débora! Débora!

Débora – Eu sei como é, mas não sei explicar.

[...]

Mirian – Movimento circular, direita e esquerda.

Destaquei que em cada caso, para alterar o estado de movimento de um corpo, ou seja, alterar sua velocidade, é necessária uma força. Exemplo: uma bola quando é chutada entra em movimento. O objeto é a bola, o responsável por alterar o movimento dela foi a força do chute.

Reforcei que há forças em que acontece o contato entre o agente e o objeto, as quais chamamos de Força de Contato, e Forças de Campo em que a ação é feita à distância. Neste momento, fiz alguns experimentos para mostrar a distinção entre as forças. 1) Com uma borrachinha de dinheiro, fiz um propulsor de papelinhos e fiquei jogando nos alunos; 2) Eletrizei uma marmita de isopor, atritando-a na roupa, e usei para atrair pedacinhos de papel; 3) Joguei objetos para cima, mostrando a ação da gravidade; 4) Arrastei a mesa mostrando o Atrito.

Discutimos como o homem aprendeu a redirecionar e multiplicar as forças. Na bicicleta, fazemos força para baixo no pedal, o pedal transfere para a coroa, a coroa transfere para a corrente, a corrente para a catraca e a catraca transfere a força para a roda, a roda para o chão e do chão, como reação, move a bicicleta. Quem tem bicicleta de marcha? O que acontece quando mudamos a marcha da bicicleta?

Finalmente conversamos como as forças também podem causar deformação, em alguns materiais essa deformação se reverte sozinha. Esses materiais possuem uma propriedade interna que restaura sua forma inicial, fazendo uma força que chamamos de força restauradora.

Segundo Vygotsky (2005), o desenvolvimento dos conceitos científicos deve necessariamente estar apoiado no nível de maturação dos conceitos espontâneos, formando um processo único de desenvolvimento em duas vias de sentidos opostos (do conceito para o abstrato e vice-versa).

O tema da terceira aula foi o Equilíbrio de Forças. Novamente os alunos foram divididos em dois grupos e foi proposto um desafio com três níveis de dificuldade. Na primeira etapa do desafio eles deveriam equilibrar um garfo, uma colher e um palito de fósforo sobre um copo, sem que os objetos tocassem o fundo do copo. Na segunda etapa, só os três palitos poderiam tocar o copo, e na etapa final só um palito poderia tocar o copo. Os grupos não tiveram muita dificuldade para alcançarem os dois primeiros níveis. Depois de várias tentativas infrutíferas dei uma pequena dica: As coisas ficam em equilíbrio mais fácil quando estão penduradas. Embora os alunos tenham tentado bastante e se mantido focados no desafio, ele não foi finalizado. Acabei mostrando uma possível solução em função do término da aula.

Um dos alunos continuou brincando com os materiais dos experimentos. É importante destacar que este era um dos menos interessado nas aulas tradicionais.



Figura 06. Uma das possíveis soluções da 3ª etapa do Desafio de Equilíbrio.

3.3.5 PLANETA TERRA - ROTAÇÃO E TRANSLAÇÃO

Esta tarefa foi desenvolvida ao longo de 02 (duas) aulas usando como pano de fundo a Astronomia, foram discutidas as consequências da ação da **Gravidade** e dos movimentos de **Rotação e Translação Terrestres**. Este é sem dúvida um tema cativante que pode contribuir com o aumento da motivação (GAMA e HENRIQUE, 2010; MORETT e SOUZA, 2010). É também uma oportunidade de conectar a Física da sala de aula com questões práticas do cotidiano.

Embora quase nunca nos damos conta disso, a Astronomia está mais presente do que podemos imaginar. A contagem do tempo (dias, meses e anos), o clima, as estações do ano e as marés, são exemplos de consequências diretas de fenômenos astronômicos que fazem parte do nosso dia a dia.

Quadro 05. Sequência das ações na Atividade Investigativa 05.

	ATIVIDADE 5 – PLANETA TERRA – ROTAÇÃO E TRANSLAÇÃO
AULA 01	<ul style="list-style-type: none"> • Recapitulação dos conceitos estudados na aula anterior; • Iniciou-se com uma introdução dialógica sobre a Gravidade. Foi apresentada aos alunos uma questão experimental: Coloquei um copo sobre a mesa e enchendo-o com água, expus uma série de questões pré-definidas: <ol style="list-style-type: none"> a. <i>O que vai acontecer?</i> b. <i>Por que a água não cai?</i> c. <i>O que vocês acham que irá acontecer se eu inclinar a mesa?</i> • Inclinando a mesa e todos puderam ver que a superfície da água era sempre na horizontal. Então, foi feita uma nova pergunta: <ol style="list-style-type: none"> d. <i>Será que isso acontece diferente em outros lugares do planeta?</i> • Foi proposto então que completassem um desenho. Uma esfera representando a Terra com quatro copos, um em cada canto (Figura 04). O copo do topo do desenho estava cheio e os demais vazios: <ol style="list-style-type: none"> e. <i>Como seria se eu enchesse os demais copos de água?</i> • Então os estudantes foram convidados a discutir suas respostas. Na sequência foi feita a formalização dos conhecimentos.
AULA 02	<ul style="list-style-type: none"> • Foi apresentado aos alunos a primeira parte do desafio, utilizando a história de dois irmãos que conversam pelo telefone de diferentes países (Apêndice 1); • Desafio 01: Enquanto um está almoçando em pleno dia a outra estava dormindo já que para ela era noite. <i>Qual é a explicação para o que está acontecendo?</i> • Os estudantes foram convidados a discutir suas respostas. Na sequência foi feita a formalização dos conhecimentos; • Foi apresentada uma nova situação na história dos irmãos. Em uma outra viagem eles se encontravam novamente em países. Agora, embora a hora fosse a mesma para ambos, estavam em estações do ano diferentes (Apêndice 1); • Desafio 02: <i>Como é possível que Moni esteja com frio e Michael suando, se é a mesma hora e o mesmo dia para os dois (eles estão na mesma zona de tempo)?</i> • Foi feita a discussão das respostas e formalização dos conhecimentos.

O ponto de partida da aula foi a proposição de uma questão experimental:

Professor – Tá aqui um caneco. Eu pego a água e jogo aqui. (Derramando a água no copo).
André – Vai encher ele de água.
Professor – Ela vai cair do copo?
Todos – Não!
Professor – Por que não?
André – Porque ele tá... tá tampado. (Rindo).
Professor – O que que é que mantém essa água aí dentro?
André – A gravidade?!
João – Porque o copo é fechado.
Professor – E se eu pegar essa mesa aqui que é mais tortinha?
André – Rapaz, o copo vai começar a andar.
João - Não vai derrama, mas vai ficar aí.... meio que muda o atrito né. Sei lá!
Professor – O que aconteceu? (Colocando o copo na carteira inclinada)
André – Teve uma pequena inclinação.
Professor – E se eu inclinar mais aqui. (Inclinando mais a carteira)
 [...]
Professor – É a água ou o copo?
João – Os dois.
Paulo – Os dois.
Débora - A água.
João - Não!
Pedro – O copo que tá inclinando.
João – A água fica do mesmo jeito.
Paulo – O copo tá inclinando mas a água tá do mesmo jeito.
Professor – E o que mantém a água do mesmo jeito?
André – A gravidade.
Professor – E como a gravidade age para manter essa água aqui do mesmo jeito?[...] Vocês já pararam pra se perguntar como é essa coisa da gravidade, que puxa as coisas pra baixo. Porque essa água permanece no mesmo nível. Se eu fizer assim (Inclinando o copo) ela continua reta.

Então, desenhei no quadro um círculo representando a Terra com um copo no topo. Depois desenhei a água no copo, com a superfície horizontal. Pedi aos alunos que representassem através de desenhos o que aconteceria se colocássemos água em copos espalhados em outros três pontos da Terra, conforme a Figura 05.

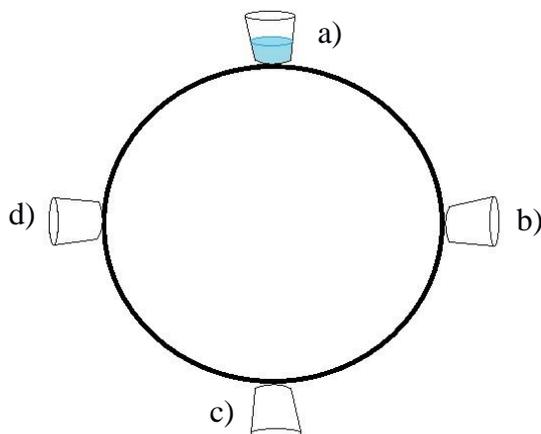


Figura 07. Figura a ser completada para demonstrar a ação da gravidade sobre a água num copo, em diferentes pontos do planeta.

André – A gravidade.
Professor – E se eu pegar um copo de água aqui? (Apontando para o copo b)
João – A água vai cair.
Tiago – A água vai cair.
Mirian – Aí a água vai cair pra cá.
Professor – E se eu pegar um copo de água aqui? (Apontando para o copo c)
Professor – E se eu pegar um copo de água aqui? (Apontando para o copo d)
Pedro – Eu acho que vai cair... não é certeza, não é certeza... Ah não!, não, vai ficar do mesmo jeito.
Tiago – É... vai ficar do mesmo jeito.
Pedro – Por causa da gravidade da Terra
Tiago – Eu sabia disso cara.
Mirian – É, eu também pensei nisso aí.
 [...]

Tiago – Tipo bota um copo lá na China, outro lá na casa de caramba. Vai cair a água?
João – Vai cair a água!
Tiago – Não vai cair! Tem gravidade meu irmão.
 [...]

Professor – Como você chegou a esta conclusão?
Paulo – Vendo todo mundo falar.

Embora alguns tivessem dúvidas no início, depois da conversa acabaram concordando que a água sempre se manteria no copo independentemente do lugar da Terra onde ele estivesse. Novamente percebemos a importância das discussões em grupo.

Utilizando globos terrestres infláveis fiz uma explanação final sobre alguns efeitos da gravidade sobre o planeta. Como por exemplo, que sempre temos a sensação de estar sobre uma superfície plana embora nosso planeta seja esférico, e que não faz sentido falarmos em estar de cabeça para baixo.

Na aula seguinte não houve divisão de grupos, todos trabalharam de maneira colaborativa. Os estudantes receberam dois globos infláveis e dois casais de personagens de papel (Moni e Michael). Iniciou-se localizando alguns países sobre o globo.

Professor – Então se nós estivermos, na Rússia, na Ásia, na África, na Europa, no Brasil ou na América do Norte não importa. Nosso copo de água sempre vai ficar pra cima. Por quê? Por que sempre há interação gravitacional.

Em seguida, contei a história dos irmãos e solicitei que eles fixassem os personagens em locais indicados na história:

Professor – Moni e Michael são irmãos e vivem na Alemanha. A madrinha de Moni gosta muito de viajar, e dessa vez ela levou Moni com ela para a China. Enquanto isso, Michael ficou na Alemanha. Em uma tarde, Michael chegou em casa com fome e sua mãe cozinhou seu prato favorito: espaguete à bolonhesa. Enquanto o menino comia seu almoço, imaginava se a irmã estava se divertindo na China. Então Michael ligou para o celular de Moni. O telefone de Moni tocou uma vez, duas vezes, três e continuou tocando.
João – Ela tava dormindo!

Professor - Somente no sétimo toque Moni respondeu com uma voz sonolenta: "Quem está aí?" "Sou eu, Michael! Eu estou comendo macarrão no almoço lembrei de você ... Então, o que você está fazendo?" "Eu? Estou dormindo, Michael." "Mas por que você está dormindo, Moni? Você está doente?". E aí qual que é a explicação?

Débora – Enquanto na Alemanha tá de dia na China tá de noite.

João – Porque tem uma parte da Terra que fica mais iluminada pelo Sol. Quando roda vai mudando.

Pedi aos alunos que demonstrassem a situação usando a lanterna do celular e o globo. Depois pedi a eles que analisassem se haveria um horário conveniente para que os irmãos se falassem ao telefone, e eles concordaram que deveria ser as nove da noite da Alemanha. Na sequência contei uma nova história:

Professor – Moni e Michael amam viajar, por isso cada um viajou de férias para o exterior. Michael foi para a África do Sul (Hemisfério Sul) com seu padrinho, e Moni foi para a Irlanda (Hemisfério Norte) com sua madrinha. Depois que eles chegaram, as crianças telefonaram para trocar experiências. Moni ligou para Michael: "Olá Michael! Como você está? O que você está fazendo agora?" Michael respondeu: "Eu estou bem! Estou indo para a praia." "Repeti!!!!" Moni grita, surpresa. "Mas não está muito frio" "O que? Frio?" Michael responde. "Está muito calor e eu estou suando o tempo todo! Mas e você? O que está fazendo, Moni?" "Eu estou indo passear de trenó. Está muito frio aqui!"

Um dos estudantes representou o Sol enquanto outro girava com a Terra ao seu redor. Novamente eles demonstraram já haver estudado este conteúdo, dando respostas corretas, mesmo que aparentemente decoradas. Embora conhecessem a explicação para a alternância das estações do ano os estudantes tiveram a oportunidade de experimentar e discutir entre si tal conceito.

Segundo Vygotsky (2001) um conceito é um ato real e complexo de pensamento que não pode ser aprendido por meio de simples memorização. O ponto fundamental no uso e na formação do conceito é a tomada de consciência. Assim, só podemos admitir algo como aprendido quando sabemos aplicá-lo em um contexto real. Neste sentido as atividades investigativas proporcionam uma oportunidade para processo produtivo que culmina no estabelecimento dos conceitos científicos.

CAPÍTULO IV

CONSIDERAÇÕES FINAIS

4.1 O EMPREGO DAS ESTRATÉGIAS MOTIVACIONAIS

O objetivo principal desta pesquisa foi analisar a eficácia da adoção de estratégias motivacionais, neste sentido descreverei o que foi efetivamente implementado de cada uma das categorias de estratégias apontadas por Bzuneck (2011), se, e como surtiram efeito sobre o comportamento dos estudantes.

4.1.1 SIGNIFICADO E RELEVÂNCIA

Patrick (2004) apud Bzuneck (2010) afirma que um poderoso apelo motivacional na escola reside justamente em se trabalhar com tarefas autêntica, ou seja, extraídas da vida real dos alunos. O tema da situação problema – Manga com leite mata? – destacada na atividade ‘De onde Veio o Metro?’ foi pensado, justamente por ser uma curiosidade, uma história comum, conhecida por todos.

Observei, no entanto, que para capitalizar a atenção dos estudantes é necessário que o professor conheça seus valores e interesses pessoais. Não sendo suficiente supor o que é significativo ou relevante para eles. Nenhuma das atividades escolhidas foi capaz de despertar o interesse da aluna Priscila, por exemplo, durante todo o tempo, ela permaneceu dispersa assim como nas aulas tradicionais.

Outro ponto a ser considerado é que nem sempre estes interesses serão compartilhados por todos, foi o que aconteceu, por exemplo, na atividade ‘Rampa de Corrida’. Onde os alunos se mostraram intrinsecamente motivados, porém as alunas demonstraram pouco interesse.

Há também limitações quanto aos alunos que se sentem mais à vontade com as aulas tradicionais. Eles podem ver as mudanças como uma distração e não como contribuição. Este foi o caso de Débora, acostumada com o esquema de memorização das aulas tradicionais, mostrou-se mais dispersa.

Outro aluno demonstrou especial interesse intrínseco pela experimentação. Felipe sempre se mostrou distante nas aulas tradicionais, sentado no fundo da sala, não interagia com seus colegas ou com o professor. A mudança no perfil da aula fez com que passasse a participar, e se dedicar a resolver os desafios, inclusive depois de encerrado o tempo da aula, embora não demonstrasse igual interesse nos momentos de formalização do conhecimento.

4.1.2 TAREFAS EM FORMA DE DESAFIO

Uma das escolhas que definiram os rumos desta pesquisa foi apresentar as tarefas em forma de *Desafios*. Este foi um dos motivos pelos quais optei por desenvolver as aulas a partir de Atividades Investigativas. Procurei construir desafios que apresentassem mais de um nível de dificuldade, o que se mostrou bastante frutífero já que os estudantes permaneciam motivados em alcançá-los. Na atividade ‘Equilibrando as Forças’ que apresentou três graus sucessivos de dificuldade, um dos estudantes chega a perguntar se não haverá outros níveis além do terceiro. Com certeza, esta foi a estratégia mais bem-sucedida nesta iniciativa tendo surtido efeito positivo sobre o engajamento dos estudantes.

Vale ressaltar que próximo ao final das aulas tradicionais era frequente que os alunos já estivessem ansiosos em ir embora, o que não aconteceu durante as aulas que envolveram os desafios. Apenas um aluno não permaneceu focado durante todo o tempo. O grupo inclusive, foi surpreendido algumas vezes no meio de um desafio pelo sinal sonoro do término da aula.

4.1.3 EMBELEZAMENTOS APLICADOS

Todo professor sabe que introduzir novidades na aula sempre é capaz de produzir algum efeito. Nas aulas idealizadas para esta pesquisa, cada atividade contou com pelo menos um elemento de embelezamento.

A primeira atividade, ‘De Onde Veio o metro?’, foi iniciada com um vídeo e também trouxe um texto de História da Ciência. Durante as discussões, foi possível verificar que em algumas de suas falas os alunos lembravam partes do vídeo. Essas informações embora não fizessem parte de seu conhecimento, antes do vídeo, puderam ser incorporadas a partir de seu uso na construção de argumentos.

Não foi difícil obter a atenção dos alunos durante a atividade ‘Estudando o Movimento com o Tracker’. É possível que isso tenha ocorrido em função da utilização do vídeo e principalmente do computador. Nesta aula os alunos ficaram bem focados na discussão. Prestando atenção até mesmo em coisas que não são muito atraentes como gráficos e tabelas.

Todos quiseram manipular os carrinhos o que os manteve engajados na atividade ‘Rampa de Corrida’, embora essa atividade tenha sido preferida pelos meninos.

O uso de experimentos, mesmo que sendo de fácil realização e utilizando materiais simples e de baixo custo, mostrou-se de fundamental importância na atividade ‘Equilibrando as Forças’. Os estudantes puderam manipular e observar no plano concreto os conceitos científicos abordados na atividade.

Bzuneck nos alerta, no entanto, que embelezamentos podem ser vistos como distração. Por isso só escolhemos fatores de embelezamento que realmente fizessem sentido como parte da atividade.

[...] um embelezamento só deve ser aplicado quando, além de provocar interesse, estiver embutido numa atividade desafiadora, que faça o aluno pensar e não apenas divertir-se (BZUNECK, 2010).

4.1.4 A PREOCUPAÇÃO COM O FEEDBACK

Muito além dos elogios ou puxões de orelha, a devolutiva do desempenho nas atividades deve se tornar uma prática sistemática. Como parte da minha mudança de postura para tornar-me um professor mais ‘motivador’ procurei incentivar os alunos sempre que possível e eventualmente corrigi-los quando necessário.

Na primeira atividade, por exemplo, quando os alunos mediram a área do chão da sala, utilizando erroneamente o valor com a altura do chão ao teto. O feedback corretivo foi fundamental na retomada de uma nova estratégia por ambos os grupos.

4.2 PERSPECTIVAS FUTURAS

Apesar de exigir muito tempo e dedicação, implementar as estratégias descritas nesta dissertação mostrou ser uma boa estratégia para motivar os alunos a aprender física. As discussões geradas, os questionamentos e participação dos alunos nessas aulas diferenciadas, me incentivaram a continuar nesta perspectiva. Não foi fácil mudar a postura tradicional de professor 'transmissor de conhecimento' para a postura de mediador da aprendizagem.

Dando seguimento à pesquisa esperamos desenvolver outras atividades investigativas, não apenas de cunho experimental, acompanhar mais sistematicamente o envolvimento da turma e aprimorar o processo de avaliação. Pretendo criar outros módulos de Propostas de Atividades Investigativas (Ondas, Termodinâmica, Eletricidade e Ótica) para continuar trabalhando com o 9º ano.

Este trabalho refletiu também na transformação da minha prática em outra escola em turmas que leciono. Tenho aplicado as Atividades Investigativas descritas em todas as turmas que leciono do Ensino Médio. Mudei totalmente minha maneira de lecionar nas turmas de Educação de Jovens e Adultos - EJA. Com o tempo reduzido que temos nesta modalidade optei por aproveitar ao máximo a atenção dos alunos, aplicando atividades experimentais e fomentando discussões.

Finalmente, vale ressaltar ainda que esta proposta dá oportunidade aos estudantes de expor suas concepções e principalmente dá ao professor oportunidade de confrontá-las fazendo-os expandir suas ideias prévias. Tornando nossa sala um espaço de troca de ideias e negociação de sentidos, reforçamos a interação social que, segundo Vygotsky, desempenha um papel fundamental no desenvolvimento da cognição.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, I. S. e MAZUR, E. Instrução pelos Colegas e Ensino sob Medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.30, n.2, p.362-384, 2013.

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por **investigação: problematizado as atividades em sala de aula**. In CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Débora: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 19-33.

BALDIM, B. **Metro: para medir o mundo**. Disponível em <<http://origin.guiadoestudante.abril.com.br/aventuras-historia/metro-medir-mundo-433482.shtml>> Acesso em 20 de dezembro de 2016.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994.

BZUNECK, J. A. A motivação do aluno: aspectos introdutórios. In: BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A. (Org.). **A motivação do aluno: contribuições da Psicologia contemporânea**. 3ed. Petrópolis: Vozes, 2004, v. 1, p. 9-36.

BZUNECK, J. A. Como motivar os alunos: sugestões práticas. In: BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A.; GUIMARÃES, E. R. (Org.). **Motivação para aprender: aplicações no contexto educativo**. 1ªed. Petrópolis: Vozes, 2010, p. 13-42.

CARVALHO, A. M. P. **Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico**. São Débora: Scipione, 1998.

_____. **Ensino e aprendizagem de ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativo (SEI)**. In: LONGHINI, M. D. (org). O uno e o diverso na educação. Uberlândia, MG: EDUFU, 2011.

CARVALHO, A. M. P. (Org.) **Ensino de ciências por investigação: condições para a implementação em sala de aula**. São Débora: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P.; VANUCCI, A. I. e BARROS E. A. **Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico**. São Débora: Scipione, 1998.

CLEMENT, L. **Autodeterminação e ensino por investigação: construindo elementos para a promoção da autonomia m aulas de física**. 2013. f.334. Tese (Doutorado) – Programa de PósGraduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2013.

CLEMENT, L.; CUSTÓDIO, J. F.; FILHO, J. P. A. **A qualidade da motivação em estudantes de física do ensino médio**. Revista Electrónica de Investigación em Educación em Ciencias, v. 9, n. 1, p. 84-95, set. 2013.

CLEMENT, L.; CUSTODIO, J. F.; RUFINI, S. E. e ALVES FILHO, J. P. Motivação autônoma de estudantes de física: evidências de validade de uma escala. **Revista Quadrimestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional**, v. 18, n. 01, p. 45-56, 2014.

COELHO, L. e PISONI, S. Vygotsky: sua teoria e a influência na educação. **Revista E-Ped**, 2 (1), 2012.

CHURTH, J. R. **O mundo de Beakman e o método científico**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=cJWaVeWQJdw>>. Acesso em: 20 de dezembro de 2016.

DALRI, J. ; GUIMARAES, L. F. **Promovendo a participação dos alunos nas aulas de física: Uma proposta de atividade experimental investigativa sobre Empuxo**. In: XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2005, Rio de Janeiro. Programas e Resumos do XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física. São Débora: SBF, 2005. p. 129.

FERNANDES, S. S. **Uma proposta de atividades investigativas envolvendo sistema métrico**. 2012. 111 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

FIOLHAIS, C. e TRINDADE, J. A. **Física para todos: concepções erradas em mecânica e estratégias computacionais**. 1º Colóquio de Física do Instituto Politécnico de Tomar - "A Física no Ensino na Arte e na Engenharia". Universidade de Coimbra, 1998.

GAMA, L. D.; HENRIQUE, A. B. Astronomia na sala de aula: por quê? **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA**, n.9, p 7-15, 2010.

GOUW, A. M. S.; FRAZOLIN, F. e FEJES, M. E. Desafios enfrentados por professores na implementação de atividades investigativas nas aulas de ciências. **Ciência e Educação**, v. 19, n. 2, p. 439-454, 2013.

KOTOWSKI, L. D.; WENZEL, J. S. e MACHADO, J. **O lugar da química e da física no ensino de ciências**. VI EREBIO-SUL, 2013.

LA TAILLE, Y., OLIVEIRA, M. K., DANTAS, H. **Piaget, Vygotsky, Wallon – teorias psicogenéticas em discussão**. São Paulo: Summus. 1992.

MAZUR, Eric. **Peer instruction: A user's manual**. Pap/Dskt ed. [S.l.] Prentice Hall, Inc., 1997.

MACIEL, A. G. **Motivação e intervenção em estratégias de aprendizagem para compreensão leitora**. 2012. f.134. Dissertação (Mestrado) – Programa de Mestrado em Educação, Universidade Estadual de Londrina, Londrina-PR, 2012.

MARTINS, O. B. e MOSER, A. Conceito de mediação em Vygotsky, Leontiev e Wertsch. **Revista Intersaberes**, v7, n.13, p. 8–28, 2012.

MENAGASSI, R. J. A teoria de Vygotsky sobre o desenvolvimento dos conceitos científicos na infância e a teoria dos esquemas. **Fragmentos**. v. 3, n. 2, 1990.

MORETT, S. S.; SOUZA, M. O. Desenvolvendo recursos pedagógicos para inserir o ensino de física e astronomia nas séries iniciais do ensino fundamental. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA**, n.9, p. 33-45, 2010.

MORETZSOHN, R. S. T.; NOBRE, E. F.; DIEB, V. e CINTRA, A. Introdução ao ensino da física: uma abordagem fenomenológica ou matemática? **XV SNEF**, 2003.

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

NARDI, R. e GATTI, S. R. T. Uma revisão sobre as investigações construtivistas nas últimas décadas: concepções espontâneas, mudança conceitual e ensino de ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, 6(2), 2004.

OLIVEIRA, N. R. P. **Motivação para aprender e estratégias de aprendizagem em alunos do ensino médio**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Psicologia, Universidade São Francisco, Itatiba, 2010, 110p.

PARENTE, A. G. L. **Práticas de investigação no ensino de ciências: percursos de formação de professores**. Tese Doutorado. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. Bauru, 2012, 234p.

PASSERINO, L. M. Análise Semiótica de Histórias em Quadrinhos Digitais. In: Silvana LehenBauer; Maria Maira Picawy; Vivian Steyer; Maria Sirlei Xavier Wandscheer. (Org.). **O ensino Fundamental no século XXI**. 1ed.Canoas: Editora da Ulbra, p. 153-170, 2005.

PEREIRA, M. R. S. e FARIAS, T. R. C. **O universo em um caixa**. Disponível em <<https://drive.google.com/file/d/0B9QRF4xicBT1bDlhcdhBbFVOUkk/view?usp=sharing>>. Acesso em 24 de setembro de 2017.

PINTRICH, P. R. A motivational science perspective on the role of student motivation in learning and teaching contexts. **Journal of Educational Psychology**, n. 95, p. 667-686, 2003.

RAMOS, L. B da C; ROSA, P. R. S. O ensino de Ciências: fatores intrínsecos e extrínsecos que limitam a realização de atividades experimentais pelo professor dos anos iniciais do ensino fundamental. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.13(3), pp.299-331, 2008.

REGO, M. C. **Vygotsky - uma perspectiva histórico-cultural da educação**. Petrópolis-RJ: Vozes, 2014.

RYAN, R. M.; DECI, E. L. Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. **Contemporary Educational Psychology**, v. 25 n. 1, p.54-67, 2000a.

_____. Selfdetermination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. **American Psychologist**, v. 55 n. 1, p. 68-78, 2000b.

SÁ, E. F.; PAULA, H. F.; LIMA, M. E. C. C.; AGUIAR, O. R. As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso especialização em ensino de ciências. **VI ENPEC**, Florianópolis-SC, 2007.

SEREIA, D. A. O.; PIRANHA, M. M. **Aulas práticas investigativas: uma experiência no ensino fundamental para a formação de alunos participativos**. Portal Dia a Dia Educação, 01 jun. 2010.

SOUZA, S. S. P. **Atividades investigativas, como estratégia para o ensino aprendizagem em ciência: propostas e aprendizagens**. Dissertação de mestrado. UFPA, Belém, 2007.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos básicos**. São Paulo: Martins Fonte, 6ed., 1998.

_____. O desenvolvimento dos conceitos científicos na infância. In:_____ **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fonte, 3ed., 2005, p. 103-147.

_____. **Psicologia pedagógica**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

ZÔPERO, A. F. e LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio**, v.13, n.03, p.67-80, 2011.

WESENDONK, F. S.; PRADO, L. Atividade didática baseada em experimento: discutindo a implementação de uma proposta investigativa para o ensino de física. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.10, n. 1, 2015.

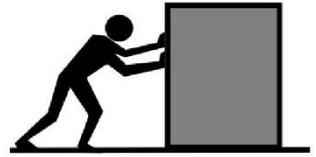
APÊNDICE A

QUESTIONÁRIO FORÇA E MOVIMENTO

QUESTIONÁRIO – FORÇA E MOVIMENTO

Nome: _____ Data: ____/____/____ Série: _____

1. Observe o desenho e descreva o que ele representada para você:



2. Cite 5 exemplos do movimento de objetos e coisas do dia-a-dia:

- i. _____
- ii. _____
- iii. _____
- iv. _____
- v. _____

3. Escreva, com suas palavras, o que o menino está fazendo e o que está acontecendo com o cachorro.



4. Observe as imagens e escreva se elas representam puxar ou empurrar.













5. Desenhe uma seta para mostrar onde aplicamos a força que faz uma bicicleta se mover? Justifique.



6. Na figura podemos ver uma menina brincando com uma esponja. Por que a esponja muda de forma?



7. Descreva com suas palavras o que você entende por força.

8. Associe as palavras aos desenhos:

PUXAR



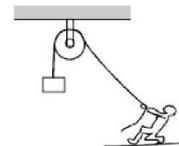
GRAVIDADE



EMPURRAR



DEFORMAÇÃO



ATRITO



MAGNETISMO



APÊNDICE B

PROPOSTAS DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS PARA O
ENSINO DE FÍSICA: MÓDULO I – FORÇA E MOVIMENTO

TIMÓTEO RICARDO CAMPOS DE FARIAS

MARCIA REGINA SANTANA PEREIRA

PROPOSTAS DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS PARA O ENSINO DE FÍSICA

MÓDULO 1 – FORÇA E MOVIMENTO

FICHA CATALOGRÁFICA

Atividades investigativas para o ensino de física. / Timóteo Ricardo Campos de Farias / Marcia Regina Santana Pereira

1. Atividades Investigativas I. Farias, Timóteo Ricardo Campos de.
- II. Pereira, Marcia Regina Santana

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	03
ATIVIDADE 1	
BOIA OU AFUNDA?	04
ATIVIDADE 2	
DE ONDE VEIO O METRO?	08
ATIVIDADE 3	
ANALISANDO O MOVIMENTO COM O TRACKER	12
ATIVIDADE 4	
RAMPA DE CORRIDA	14
ATIVIDADE 5	
PLANETA TERRA - TRANSLAÇÃO E ROTAÇÃO	18
ATIVIDADE 6	
O DESAFIO DO EQUILÍBRIO	22
BIBLIOGRAFIA	24

INTRODUÇÃO

As atividades investigativas propostas neste material foram idealizadas com o objetivo de encarar o problema da falta de engajamento dos estudantes durante as aulas de Física.

Bzuneck (2010) apresenta um conjunto de estratégias a serem usadas pelo professor a fim de despertar, desenvolver ou manter em seus alunos a motivação de melhor qualidade, mais eficaz e duradoura. O autor agrupa tais estratégias em quatro grandes categorias:

- O significado e relevância das tarefas;
- Características motivadoras inerentes à tarefa;
- O complemento com o uso de embelezamentos;
- Reações dos professores às tarefas cumpridas e avaliadas.

As atividades investigativas são caracterizadas pela construção e teste de hipóteses, ação dialógica e divulgação dos resultados, visando uma melhor internalização dos conceitos envolvidos. É importante destacar o papel do professor como promotor de autonomia, devendo ter sempre o cuidado de dar aos alunos retorno sobre seu desempenho na execução das tarefas.

Assim, buscamos elaborar atividades que envolvessem interesses já presentes nos estudantes como computadores ou a experimentação. Propomos desafios com crescente nível de dificuldade, que contemplem atividades que tirem a mesmice das aulas.

Além disso, abrir espaço para a discussão dá ao professor a oportunidade de trazer para a sala de aula, elementos da realidade cotidiana do aluno.

ATIVIDADE 1

Boia ou Afunda?

BREVE DESCRIÇÃO

Embora o conceito físico de Empuxo não seja trivial, todos convivemos em nossos cotidianos com coisa que 'boiam e afundam'. O Professor pode iniciar esta atividade questionando aos alunos porque isso acontece. Por que algumas coisas boiam e outras afundam?

Certamente neste debate serão expostas concepções espontâneas¹, como por exemplo, a ideia de que as coisas leves boiam e as pesadas afundam. Essa é uma oportunidade para fazer um novo questionamento: Por que um navio pesado boia?

MATERIAIS UTILIZADOS

- Massa de modelar;
- Caixa plástica transparente com água.

EXECUÇÃO

Dê um tempo para que o debate possa fluir e para que todos exponham suas hipóteses. Então o ambiente estará propício para a proposição do nosso primeiro Desafio:

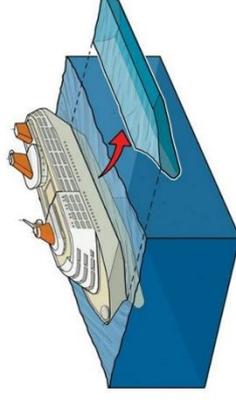
Faça com que um pedaço de massa de modelar boie na água.

¹ Também denominadas "conceitos espontâneos", "conceitos intuitivos", "formas espontâneas de raciocínio", "estruturas alternativas" entre outras semelhantes. Referem-se às ideias dos estudantes a respeito da natureza, construídas a partir do senso comum, e que frequentemente divergem dos conceitos científicos (NARDI e GATTI, 2004).

A FÍSICA POR TRÁS DE TUDO ISSO

O que determina se um objeto boia ou afunda é a relação entre sua densidade e a densidade do fluido no qual está imerso. Isso porque a força de sustentação que chamamos EMPUXO é igual ao peso do volume de fluido deslocado. Neste caso, a densidade da massinha é maior que a densidade da água. O peso da bolinha de massinha é maior que o peso da porção de água que ela desloca, por isso ela afunda.

Então, se quisermos que a massinha 'boie' temos que fazê-la deslocar mais água. Podemos, por exemplo, moldá-la em formato de 'barco'. Nosso barco de massinha ocupa agora um volume maior que a bolinha, consequentemente, deslocando mais água.



É o mesmo que acontece com os navios. Seus cascos ocos são construídos para deslocar grandes volumes de água, produzindo assim uma força de Empuxo suficiente para anular a força peso.

DICA

Deixe seus alunos experimentarem suas hipóteses, mesmo que lhe pareçam ingênuas. Incentive-os a testar várias possibilidades.

ATIVIDADE 1

Boia ou Afunda?

BREVE DESCRIÇÃO

Nesta atividade iremos construir um aparato experimental que simula o funcionamento de um submarino. Observaremos o chamado Princípio de Arquimedes que permite ao submarino emergir ou submergir na superfície da água.

MATERIAIS UTILIZADOS

- Garrafa plástica pequena;
- Mangueira de aquário;
- Resina epóxi (durepoxi);
- Caixa plástica transparente com água.

MONTAGEM

Faça um pequeno furo no fundo da garrafa. Faça outro furo na tampa da garrafa, grande o suficiente para encaixar a mangueira. Prenda a mangueira na tampa com a resina epóxi.



Prontos para o segundo desafio? Encha a garrafa de água, prenda a tampa e coloque o submarino dentro da caixa com água.

Faça o submarino obedecer aos comandos de emergir e submergir, sem empurrá-lo com as mãos.

A FÍSICA POR TRÁS DE TUDO ISSO

Neste caso, o volume do objeto permanece o mesmo, mas a densidade pode ser alterada. O segredo é usar a mangueirinha. Quando soprarmos o ar para dentro da garrafa, a água sai pelo furinho no fundo. Enchendo a garrafa com ar, o submarino fica menos denso que a água e boia.

Para que ele afunde novamente é só sugar o ar. Então a água entrará pelo furinho. Quando enchemos a garrafa de água, o submarino desce, pois fica mais denso que a água em que está imerso.

DICA

Divida os alunos em pequenos grupos de 3 ou 4 estudantes e estimule a competição entre as equipes. Os primeiros a terminarem a tarefa vencem. Não esqueça de valorizar o esforço de todos.

ATIVIDADE 2

De onde veio o Metro?

BREVE DESCRIÇÃO

Medir quantidades é parte do cotidiano, desde a pressão nos pneus do carro, a temperatura do ambiente, a quantidade de açúcar no sangue, o tempo, tudo é medido com a ajuda de padrões e unidades de medida.

As vezes passa despercebido que as unidades de medida que utilizamos são padrões definidos pelo homem. Nesta atividade o desafio proposto será a criação de um padrão de medida de comprimento.

Desenvolva uma estratégia e meça a **ÁREA** do piso e o **VOLUME** de uma sala. Mas, atenção! Você terá que inventar uma unidade.

A medida não pode ser feita em metros ou seus múltiplos.

A FÍSICA POR TRÁS DE TUDO ISSO

Como a gente faz para medir todo mundo a mesma coisa? Todos os grupos mediram a área do chão e o volume da sala. Como saber se essas medidas são equivalentes?

Imagine se cada comerciante tivesse o seu padrão de medida. Seria difícil comprar e vender produtos, sem um parâmetro de comparação. Como comparar os preços? No caso da indústria como produzir peças que se encaixem, sem medidas precisas e padronizadas. E se o fabricante de parafusos usasse um padrão diferente do fabricante das porcas?

Com a expansão do comércio entre as cidades e a industrialização, os padrões unificados tornaram-se indispensáveis. A necessidade da padronização das medidas no mundo e da criação de um sistema mais preciso deu origem a um Sistema Decimal em 1791, posteriormente transformado no Sistema Internacional de Medidas.

DICA

Faça uma competição entre os grupos. O vencedor será o grupo que terminar primeiro e fizer a medida mais precisa. Será mais empolgante se houver uma disputa. No final o professor pode usar as medidas em metro para estabelecer o grupo vencedor. Aproveite para relembra os conceitos de área e volume. Mas, tente não enfatizar na questão do cálculo.

ATIVIDADE 2

De onde veio o Metro?

BREVE DESCRIÇÃO

Existem algumas quantidades que medimos que são fundamentais, aquelas que usamos como referência para dar origem as outras. O **COMPRIMENTO** é uma delas.

Embora seja utilizada o tempo todo em nosso dia a dia, poucas pessoas conhecem a origem da unidade de medida de comprimento, o **METRO**.

Esta atividade introduz a perspectiva da História da Ciência. Utilizando textos² sobre a origem do Metro o professor pode fomentar um debate sobre a importância dos padrões de medida.

Faça uma pesquisa e aprenda mais sobre as 7 grandezas físicas fundamentais do Sistema Internacional de Unidades (SI).

A FÍSICA POR TRÁS DE TUDO ISSO

O Sistema Internacional de Unidades possui sete grandezas fundamentais, cada uma associada a uma unidade de medida correspondente:

GRANDEZA FÍSICA	UNIDADE DE MEDIDA
COMPRIMENTO	Metro (<i>m</i>)
MASSA	Grama (<i>g</i>)
TEMPO	Segundo (<i>s</i>)
TEMPERATURA	Kelvin (<i>K</i>)
CORRENTE ELÉTRICA	Ampère (<i>A</i>)
QUANTIDADE DE SUBSTÂNCIA	Mol (<i>mol</i>)
INTENSIDADE LUMINOSA	Candela (<i>cd</i>)

² Um dos textos que pode ser utilizado é *Metro: Para medir o mundo* de Beatriz Baldim, disponível em <http://origin.guiadoestudante.abril.com.br/aventuras-historia/metro-medir-mundo-433482.shtml>

Cada padrão de medida tem sua própria história. No caso dos padrões de comprimento, eles evoluíram ao longo do tempo, desde padrões antropomórficos (baseado em partes do corpo humano) como o palmo ou o côvado, passando pela barra padrão de platina, até o metro atual estabelecido como o comprimento do trajeto percorrido pela luz no vácuo durante um intervalo de tempo de 1/299 792 458 de segundo.

DICA

Incentive seus alunos a criarem um mural ou jornal para que as informações coletadas sejam compartilhadas com toda a escola.

ATIVIDADE 3

ANALISANDO MOVIMENTO COM O TRACKER

BREVE DESCRIÇÃO

O Tracker é um software gratuito, uma ferramenta para análise de vídeos com objetivo de mostrar como a Física está presente em nosso cotidiano. Ela nos permite analisar movimentos reais, oportunizando que situações do dia-a-dia sejam estudadas a partir de vídeos que você mesmo produziu. Embora seja necessário dispor algum tempo para aprender a utilizar o software a manipulação dos vídeos é relativamente simples, sendo compatível com vários formatos.

MATERIAIS UTILIZADOS

- Carrinhos de brinquedo;
- Computador com o programa Tracker³;
- Celular para a filmagem.

ETAPA DE FILMAGEM

Fixe o celular e faça vídeos curtos. É necessário que haja no cenário algo com tamanho conhecido, para estabelecer a escala. Não se esqueça que é importante haver contraste entre o objeto filmado e o fundo. Coloque os carrinhos lado a lado sobre uma superfície plana, como uma mesa. Impulsione o primeiro e logo após impulsione o segundo com maior intensidade, para que ele ultrapasse o primeiro. A partir das imagens gravadas proponha a seguinte questão:

É possível afirmar que em algum momento da filmagem os dois carros tiveram a mesma velocidade?

³ <http://physlets.org/tracker/>

Neste novo desafio exploraremos novamente as ideias prévias dos alunos. Deixe que expressem suas opiniões e hipóteses livremente. Discuta com eles o conceito de velocidade e sua relação com a distância percorrida em um intervalo de tempo.

Analisando o vídeo quadro a quadro através do Tracker e com a ajuda dos gráficos gerados pelo programa podemos buscar juntamente com os alunos a solução do desafio.

A FÍSICA POR TRÁS DE TUDO ISSO

É comum imaginar que dois móveis lado a lado terão sempre a mesma velocidade, mas isso não é verdade. Nas ultrapassagens, por exemplo, se a velocidade dos carros pareados for a mesma, eles estarão sempre lado a lado.irá ultrapassar o carro que estiver com maior velocidade. No caso do vídeo do exemplo, podemos afirmar que as velocidades serão as mesmas em pelo menos dois momentos. No início do vídeo ambos estão parados e suas velocidades são nulas. Antes da ultrapassagem, quando o segundo carro começa a se mover, sua velocidade vai aumentando a partir do zero e, em algum momento, ela se iguala a velocidade do outro carro, depois continua crescendo e supera a do primeiro carro, apenas depois disso o segundo carro ultrapassa o primeiro.

DICA

O vídeo utilizado está disponível no link: https://youtu.be/q_iv2noBBXU. Incentive os alunos a produzirem outros vídeos para analisar diferentes situações de movimento. Um objeto caindo, ou sendo lançado, pedestres atravessando a rua, carros em movimento, etc.

ATIVIDADE 4

RAMPA DE CORRIDA

BREVE DESCRIÇÃO

Brincar de carrinho é sempre muito divertido. Usando os interesses dos estudantes vamos propor uma brincadeira que envolve diversos conceitos físicos. Uma rampa de corrida em que para vencer todos terão que cooperar.

MATERIAIS UTILIZADOS

- 02 carrinhos de brinquedo;
- 02 placas de compensado;
- Fita crepe.

MONTAGEM

Use as placas como rampas. Ajuste a inclinação das placas. Posicione-as frente a frente, separadas por uma superfície horizontal e lisa, e marque o ponto médio entre elas com uma faixa de fita crepe.



Faça com que os carrinhos desçam a rampa e se cruzem na linha marcada.

A FÍSICA POR TRÁS DE TUDO ISSO

Para que os carrinhos se cruzem eles devem alcançar o ponto médio no mesmo intervalo de tempo. Quanto mais alta suas posições na rampa mais energia potencial gravitacional armazenada que será transformada em energia cinética, associada à velocidade. Assim os estudantes devem variar as posições de onde abandonam os carrinhos para fazer com que alcancem velocidades adequadas para completar o desafio.

DICA

O professor deve deixar claro aos alunos que eles poderão modificar vários parâmetros (inclinação da rampa, velocidade inicial, altura da rampa, etc.) para cumprir o desafio.

ATIVIDADE 4

RAMPA DE CORRIDA

BREVE DESCRIÇÃO

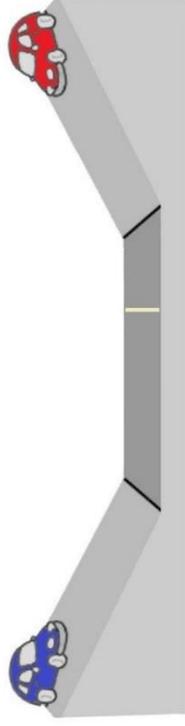
Agora a tarefa vai ficar ainda mais difícil. Com a linha fora do centro não será tão fácil fazer os dois carros descerem a rampa e se cruzarem no ponto marcado.

MATERIAIS UTILIZADOS

- 02 carrinhos de brinquedo;
- Rampas;
- Fita crepe.

MONTAGEM

Neste desafio a configuração das rampas é semelhante ao primeiro. A diferença é a posição da marcação. Novamente com as rampas frente a frente e marque com a fita crepe, na parte horizontal da superfície, mais próxima de uma das rampas.



Faça com que os carrinhos desçam a rampa e se cruzem na linha marcada.

que percorrer uma distância menos e o que estiver mais longe uma distância maior, mas em ambos os desafios o intervalo de tempo transcorrido entre o instante em que são abandonados na

rampa e o instante em que atingem o ponto marcado será o mesmo.

DICA

O professor deve deixar claro aos alunos que eles poderão modificar vários parâmetros (inclinação da rampa, velocidade inicial, altura da rampa, etc.) para cumprir o desafio.

ATIVIDADE 5

PLANETA TERRA - TRANSLAÇÃO E ROTAÇÃO

BREVE DESCRIÇÃO

A Astronomia é sem dúvida um tema cativante que pode contribuir com o aumento da motivação. É também uma oportunidade de conectar a Física da sala de aula com questões práticas do cotidiano.

Embora convivamos com o passar das horas e a sucessão dos dias e noites, por exemplo, muitas pessoas não sabem explicar porque isso acontece. Outras repetem a definição decorada de que é por causa da rotação da Terra. Mas será que realmente compreendem o que isso significa?

MATERIAIS UTILIZADOS

- Globo Terrestre inflável;
- Personagens de Papel (menina e menino);
- Lanterna.

EXECUÇÃO

Coloque os personagens de papel posicionados nos respectivos países sobre o globo e narre para os alunos uma pequena história:

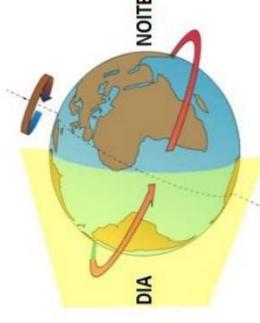
Moni e Michael são irmãos e vivem na Alemanha. A madrinha de Moni gosta muito de viajar, e dessa vez ela levou Moni com ela para a China. Enquanto isso, Michael ficou na Alemanha. Em uma tarde, Michael chegou em casa com fome e sua mãe cozinhou seu prato favorito: espaguete à bolonhesa. Enquanto o menino comia seu almoço, imaginava se a irmã estava se divertindo na China. Então Michael ligou para o celular de Moni. O telefone de Moni tocou uma vez, duas vezes, três e continuou tocando. Somente no sétimo toque Moni respondeu com uma voz sonolenta: Quem está aí? Sou eu, Michael! Eu estou comendo macarrão no almoço lembrei de você ...

Então, o que você está fazendo? Eu? Estou dormindo, Michael. Mas por que você está dormindo, Moni? Você está doente?

Explique o que está acontecendo na situação descrita pela história. Por que é dia para Michael e noite para Moni?

A FÍSICA POR TRÁS DE TUDO ISSO

Os dias e as noites acontecem por causa do movimento de rotação da Terra em torno do seu próprio eixo. Isso faz com que a cada momento, uma parte diferente da Terra esteja voltada para o Sol. Quando você está no lado da Terra ensolarado, é dia. Doze horas mais tarde, a Terra completa meia rotação, e você agora estará no lado sombreado da Terra, e então será noite.



DICA

O globo inflável pode ser substituído por um globo convencional de plástico, uma bola de isopor, ou feito de papel mache. Esta história também é adequado para introduzir o ensino dos fusos horários na Terra!

ATIVIDADE 5

PLANETA TERRA - TRANSLAÇÃO E ROTAÇÃO

BREVE DESCRIÇÃO

Muitos conhecimentos astronômicos básicos são frequentemente mal interpretados, no entanto, é possível apresentar seus conteúdos sem excesso de formalização matemática. Isso ajuda a desmistificar a Física como ininteligível e excessivamente matematizada.

Frequentemente as pessoas associam a mudança de temperatura provocada pelas sucessões das estações do ano com a variação da distância entre a Terra e o Sol. Nesta atividades os alunos terão a oportunidade de discutir essa e outras concepções que nem sempre correspondem a interpretação científica dos fenômenos.

MATERIAIS UTILIZADOS

- Globo Terrestre inflável;
- Personagens de Papel (menina e menino);
- Lanterna.

EXECUÇÃO

Vamos continuar contando a história dos irmãos Moni e Michael:

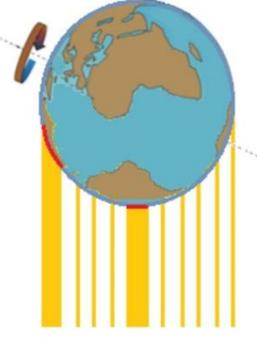
Os irmãos Moni e Michael são da Alemanha. Eles amam viajar, por isso cada um viajou de férias para o exterior. Michael foi para a África do Sul (Hemisfério Sul) com seu padrinho, e Moni foi para a Irlanda (Hemisfério Norte) com sua madrinha. Depois que eles chegaram, as crianças telefonaram para trocar experiências. Moni ligou para Michael: Olá Michael! Como você está? O que você está fazendo agora? Michael respondeu: Eu estou bem! Estou indo para a praia. Repeti!!!! Moni grita, surpresa. Mas não está muito frio? O que? Frio? Michael responde: Está muito calor e eu estou suando o tempo todo! Mas e você? O que está fazendo, Moni? Eu estou indo passear de trenó. Está muito frio aqui.

Explique o que está acontecendo na situação descrita pela história. Como é possível que Moni esteja com frio e Michael suando, se é o mesmo dia e hora para ambos.

A FÍSICA POR TRÁS DE TUDO ISSO

África do Sul e Irlanda estão sobre o mesmo meridiano, por isso não há diferença entre o horário destes países. Se duas pessoas olharem seus relógios ao mesmo tempo eles estarão marcando a mesma hora. Mas então, por que há tanta diferença entre a temperatura?

O planeta Terra gira em torno de si mesmo, este é o movimento de ROTAÇÃO, e em torno do Sol no movimento de TRANSLAÇÃO. O eixo de rotação no entanto, está inclinado em relação ao plano de translação. O que isso significa? A Terra gira inclinada! E é essa inclinação que permite que cada hemisfério da Terra receba mais luz do Sol em determinada época do ano ou estação, o que irá se inverter 6 meses depois.



ATIVIDADE 6

DESAFIO DE EQUILÍBRIO

BREVE DESCRIÇÃO

Em nosso dia a dia, estamos sempre puxando, empurrando, mudando o estado de movimento e equilibrando coisas. Com esta atividade pretendemos mostrar aos alunos como a física pode nos ajudar a equilibrar objetos em um desafio que se torna cada vez mais difícil.

MATERIAIS UTILIZADOS

- 01 Garfo;
- 01 Colher;
- 03 Palitos de fósforo;
- 01 Copo.

EXECUÇÃO

Separe a turma em pequenos grupos de três ou quatro alunos. Distribua os materiais para cada grupo, e proponha o desafio. O desafio desta atividade tem três níveis de dificuldade. Quando cada grupo resolver o primeiro, proponha o próximo nível.

Nível 1

Equilibre uma colher, um garfo e três palitos sobre o copo. Mas, sem encostar os objetos no fundo do copo.

Nível 2

Agora equilibre os cinco objetos, mas apenas os palitos podem tocar a borda do copo.

Nível 3

Prepare-se! Equilibre um palito, a colher e o garfo. Apenas o palito pode tocar a borda do copo.

A FÍSICA POR TRÁS DE TUDO ISSO

Todo agente físico capaz de alterar o movimento ou deformar algo é chamado de **FORÇA**. Para um objeto estar em equilíbrio, não deve haver nenhuma força sobre o objeto, ou as forças que atuam sobre ele devem se cancelar.

DICA

Proponha outras tarefas de equilíbrio como a brincadeira das 'cadeiras humanas'. Faça um círculo com os alunos, cada um deve apoiar os ombros sobre as coxas do colega. Use cadeiras para começar a brincadeira, depois vá retirando-as uma a uma.



BIBLIOGRAFIA

- BZUNECK, J. A. Como motivar os alunos: sugestões práticas. In: BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A.; GUIMARÃES, E. R. (Org.). **Motivação para aprender: aplicações no contexto educativo**. 1ªed. Petrópolis: Vozes, 2010, p. 13-42.
- SÁ, E. F.; PAULA, H. F.; LIMA, M. E. C. C.; AGUIAR, O. R. As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso especialização em ensino de ciências. **VI ENPEEC**, Florianópolis-SC, 2007.
- NARDI, R. e GATTI, S. R. T. Uma revisão sobre as investigações construtivistas nas últimas décadas: concepções espontâneas, mudança conceitual e ensino de ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, 6(2), 2004.
- PEREIRA, M. R. S. e FARIAS, T. R. C. O universo em um caixa. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/0B9QRF4xicBT1bDlhcdHbBfVUOkk/view?usp=sharing>>. Acesso em: 24 de setembro de 2017.

Este material é produto da dissertação apresentada ao Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da UFES. Aqui estão algumas propostas de atividades de caráter investigativo pensadas afim de promover nos alunos motivação de melhor qualidade.