

**IMPLICAÇÕES DO MOVIMENTO CIRCULAR NA EDUCAÇÃO BÁSICA
TRADICIONAL E 4.0: UNIDADE POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA
ATRAVÉS DE UMA METODOLOGIA ATIVA**

Renato Fernandes Silva Dos Santos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:

Prof. Dr Flávio Napole Rodrigues

Rio de Janeiro

Outubro 2020

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Renato Fernandes Silva dos Santos


Título: Implicações do movimento circular na Educação Básica tradicional e 4.0: unidade potencialmente significativa através de uma metodologia ativa

Aprovado(a) pela Banca Examinadora

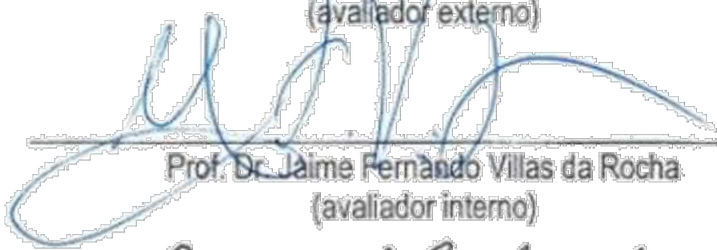
Rio de Janeiro, 18/ 12 /2020



Prof. Dr. Flávio Napole Rodrigues
(orientador)



Prof. Dr. Antônio Carlos Fontes dos Santos
(avaliador externo)



Prof. Dr. Jaime Fernando Villas da Rocha
(avaliador interno)



Prof. Dr. Raimundo Nonato da Silveira Junior
(avaliador externo)



Profa. Dra. Ana Mônica Ferreira da Silva Napole Rodrigues
(avaliador interno)

FICHA CATALOGRÁFICA

Santos, Renato

- IMPLICAÇÕES DO MOVIMENTO CIRCULAR NA EDUCAÇÃO BÁSICA TRADICIONAL E 4.0: UNIDADE POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA ATRAVÉS DE UMA METODOLOGIA ATIVA / Renato Fernandes Silva Dos Santos - Rio de Janeiro: UNIRIO / MNPEF, 2017.

40 páginas

Orientador: Flavio Napole Rodrigues

Dissertação (mestrado profissional) – UNIRIO / Instituto de Física / Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2020.

Referências Bibliográficas:

- I. Flavio Napole Rodrigues.
- II. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física.
- III. IMPLICAÇÕES DO MOVIMENTO CIRCULAR NA EDUCAÇÃO BÁSICA TRADICIONAL E 4.0: UNIDADE POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA ATRAVÉS DE UMA METODOLOGIA ATIVA.

A meus Pais, Sérgio (In memoriam) e Jurema (In memoriam).

À minha Esposa Luciane.

Ao meu filho amado Tiago.

A todos os Professores que tive no MNPEF.

Agradecimentos

Primeiramente a Deus pela oportunidade que me foi dada de estudar nesta conceituada instituição de ensino.

Aos Professores de Física da UNIRIO, pelo empenho e dedicação no decorrer de nosso curso.

Aos meus Pais (In Memoriam), por terem sempre me apoiado, motivado e investido tempo e recursos em minha formação, mostrando a importância da educação.

A minha família, Esposa (Luciane) e filho (Tiago), que durante o curso, entendiam minha distância a fim de poder me dedicar mais ao curso.

Ao meu orientador, Flavio, por todo apoio e ideias transmitidas.

A empresa Techminds, pelo empréstimo de equipamentos de montagem da linha Modelix.

Pelo apoio financeiro da CAPES, através da bolsa concedida.

RESUMO

IMPLICAÇÕES DO MOVIMENTO CIRCULAR NA EDUCAÇÃO BÁSICA TRADICIONAL E 4.0: UNIDADE POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA ATRAVÉS DE UMA METODOLOGIA ATIVA

Renato Fernandes Silva Dos Santos

Orientador:

Prof. Dr Flavio Napole Rodrigues

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Neste trabalho buscou-se apresentar a importância do Movimento Circular nos diversos mecanismos que permeiam o mundo moderno. Longe de esgotar o assunto, o Movimento Circular, presente desde um simples carrinho de brinquedo, passando por uma bicicleta e encontrado nas diversas engrenagens que compõem um robô e o auxiliam em seu movimento, também está presente no acoplamento de polias utilizadas para abrir um portão ou auxiliando na confecção de peças de impressora 3D. Os conceitos mais simples de frequência, período e velocidade, podem ser obscurecidos quando tratados meramente como problemas de atletas percorrendo uma pista de atletismo ou com os ponteiros do relógio girando em torno do centro. Tais dificuldades podem ser inerentes à falta de aulas experimentais, o que levaria a um aprendizado meramente no campo do abstrato de terminologias e fórmulas, desconsiderando o mundo em que se vive. O modelo de educação que usamos atualmente também se encontra em transformação, na busca por uma ação mais efetiva do aluno, o que direciona ao como devemos ensinar para os nossos alunos, neste momento em que pesquisas indicam que estamos entrando na 4ª Revolução Industrial. Neste trabalho empregamos o conceito de educação 4.0, com ferramentas ligadas a robótica educacional, utilizando equipamentos simples onde o aluno interage, no modelo faça você mesmo (DIY), aplicando metodologia PBL (*Project Based Learning*), apoiado no referencial teórico de Vygotsky, propomos uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para o Movimento Circular, tendo o aluno como o principal agente na relação ensino-aprendizado. A aplicação do produto ocorreu no final do mês de fevereiro e início do mês de março de 2020. Observamos não só um grande interesse pelas ciências e Tecnologias como um aproveitamento mais significativo dos conceitos.

Palavras-chave: Ensino de Física, Atividades Experimentais, Robótica, Educação 4.0., Acoplamento de Polias, Aprendizagem Baseado em projetos.

ABSTRACT

IMPLICATIONS OF THE CIRCULAR MOTION IN 4.0 AND TRADITIONAL BASIC EDUCATION: POTENTIALLY SIGNIFICANT UNIT THROUGH AN ACTIVE METHODOLOGY

Renato Fernandes Silva Dos Santos

Advisor:

Prof. Dr Flavio Napole Rodrigues

Master's Dissertation submitted to the Postgraduate Program of National Professional Master's in Physics Teaching, as part of the requirements necessary to obtain the Master's Degree in Physics Teaching.

In this work is shown the importance of the circular motion in some common mechanisms of the modern world. Very far from thinking that exhausted the subject, the circular motion is present in a simple toy as car or a bicycle and in complex machines like a robot, where the gears that assist in the movements are also presents on pulley coupling used to open a gate or helping in making 3D printers parts. Frequency, period and velocity are simple concepts but the concepts of circular motion are difficult for many students of introductory physics. On the other hand, laboratory courses are often called out as a critical component of the curriculum with respect to increasing students of, and interest in, physics. Laboratory to reinforce the physics concepts taught within the lecture courses and develop students' practical lab skills and foster students' understanding of, and appreciation for, the nature and importance of science generally and physics specifically. Thus, laboratories, whit circular motion, creates a great environment for students to bring together and develop solutions for real-world problems. Thus, transformation for education involves, in addition to the use of lab, technology, digital skills necessary for students and teachers, and the adoption of innovative pedagogies and practices.

One of the most researched topics in Education 4.0 is the use of robotics in education., with tools related to educational robotics, using simple equipment where the student interacts in the model do it yourself (DIY), applying the PBL (Project Based Learning) methodology supported by Vygotsky's theoretical framework, we propose a Potentially Meaningful Teaching Unit for Circular Movement, having the student as the main agent in the teaching-learning relationship. The product was applied at the end of February and beginning of March 2020. We observed not only a great interest in sciences and technologies but also a more significant use of concepts.

Keywords: Physics Teaching, Experimental Activities, Education 4.0., Pulley Coupling, project-based learning.

Sumário

Agradecimentos	5
RESUMO	6
ABSTRACT	7
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Justificativa	3
1.2 A visão do autor	5
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	7
2.1 - Base Nacional Comum Curricular	7
2.2 Sociointeracionismo	8
2.3 Educação 4.0	13
2.4 PBL (Project Based Learning)	15
2.5 Conceitos Físicos	16
3 METODOLOGIA	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1 Explorando o movimento circular conhecido:	32
4.2 Usando o kit	41
4.3 Ficha Analítica	50
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
ANEXO I	62
ANEXO II	63
ANEXO III	64

1 INTRODUÇÃO

É do conhecimento geral que um dos principais problemas enfrentados pelos Professores na Educação Básica é conseguir superar a falta de motivação apresentada no ambiente escolar. Poderíamos citar diversos fatores como motivo, porém, nos deteremos apenas em um. Se de um lado está o estudante, que por muitas vezes não consegue “enxergar” sentido no que está sendo ministrado, uma vez que os conteúdos são separados por área de conhecimento, fazendo com que o conceito de interdisciplinaridade “se perca”, do outro está o Professor, que embasado em uma abordagem tradicional, pode encontrar dificuldade em desconstruir o conceito de quadro negro e giz quando necessário. Estes fatos são mais recorrentes nas disciplinas de exatas, como Física, matemática ou Química. Tendo o Professor papel preponderante “do ponto de vista psicológico”, como afirma Vygotsky (2003 a, p. 76), para ser “o organizador do meio social educativo, o regulador e controlador de suas interações com o educando” e “é onipotente em sua influência indireta, através do meio social. O ambiente social é a autêntica alavanca do processo educativo, e todo o papel do professor consiste em lidar com essa alavanca”.

Porém, se formos analisar pelo ponto de vista do aluno, talvez consigamos entender, ao menos em parte, um pouco do sentimento do mesmo e as dificuldades em que um ambiente de ensino aprendizado tradicional, cujo modelo é centrado no professor (aquém de ser uma alavanca) e os alunos são meros espectadores.

Estamos em uma época, em que há tecnologia em tudo e em todas as coisas que nos rodeiam. Hoje, crianças de apenas 3 ou 4 anos, começam com seus dedinhos, ainda sem firmeza, a “dedilhar” celulares e tablets, e, como se não bastasse, reagem aos estímulos gerados por eles. Contudo, a relação ensino-aprendizagem com o uso do computador requer um perspectiva didático-pedagógica inovadora para ressignificar o papel do aluno e do professor (VALENTE, 1999), e (segundo Coelho (2002) citando Registro e colaboradores (1999)) destacando que “o simples uso do computador conectado à internet não caracteriza, por si só, nenhuma mudança relevante no processo ensino/aprendizagem”, e destacam, principalmente o papel de mediador na atitude do professor e “de uma postura descentralizadora do saber”, indiferente do nível de ensino.

É, assim, evidente que a mera inserção de um novo elemento pode não ter significado algum para o ensino e não permite, necessariamente, o aprendizado. Apresentar um

“brinquedo” em sala de aula, sem uma metodologia, pode não propiciar o ensino esperado. Contudo, apropriando-se de uma metodologia, brinquedos tradicionais, como o Lego, tornam-se, também, ferramentas poderosíssimas para a construção do conhecimento. (CHITOLINA E SCHEID, 2015). Porém, com efeito, os custos de aquisição desses instrumentos são muito elevados, inviabilizando sua aplicação nas escolas periféricas.

No entanto, o modelo tradicional de ensino-aprendizado, tendo o professor como único orador e os alunos como espectadores, não encontra eco nas atuais concepções pedagógicas. Como destacado pelos PCN:

“O ensino de Física vem deixando de concentrar-se na simples memorização de fórmulas ou repetição automatizada de procedimentos, em situações artificiais ou extremamente abstratas, ganhando consciência de que é preciso dar-lhe um significado, explicitando seu sentido já no momento do aprendizado” (BRASIL, 2012)

E, ainda,

“É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável.” (BRASIL)

Experimentar e não ter medo de falhar é um lema repetido com certa frequência por empreendedores. Na educação, porém, a estratégia costuma ser deixada de lado. Apesar de estar entre os 10 melhores em ciências e leitura no PISA (Programa Internacional de Avaliação de Alunos, exame realizado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico), a Finlândia começa a pôr em prática uma nova maneira de ensinar, na qual disciplinas e o conteúdo perdem espaço para competências e alunos ganham papel ativo na avaliação. Dentre diversos fatores de metodologias ativas destaca-se o uso de projetos nas aulas. Ainda sendo pouco difundido, no Brasil os projetos elaborados por alunos e a resolução de problemas estão ganhando protagonismo no ensino, em detrimento da aula tradicional. São as metodologias chamadas de "problem-based learning" e "project-based learning" (ensino baseado em problemas ou projetos). Neles, problemas fictícios ou reais da comunidade são o ponto de partida do aprendizado. Os alunos aprendem na prática e buscam eles mesmos as soluções.

Aprendizagem baseada em projetos (PBL – Project Based Learning) é uma metodologia em que os alunos se envolvem com tarefas e desafios a fim de desenvolver um projeto ou um produto. A PBL integra diferentes conhecimentos estimulando o desenvolvimento de competências, como trabalho em equipe, protagonismo e pensamento crítico. Tudo começa com um problema ou questão que seja desafiador, que não tenha resposta fácil e que estimule a imaginação fazendo com que o aluno tenha um papel ativo para o seu aprendizado e, integrado as novas demandas tecnológicas, as questões ficam potencializadas. Na perspectiva de Vygotsky, Rego (2011) infere que, amplamente, o aprendizado e, restritivamente, o aprendizado escolar não só possibilitam os processos de desenvolvimento como os orientam.

1.1 Justificativa

No dilema da formação educacional dos alunos é possível prepará-los simplesmente para as provas (em uma abordagem tradicional) ou para a vida (seguindo o conceito de Educação 4.0, com o desenvolvimento de competências e habilidades). Na Educação 4.0, é possível atribuir um modelo com exames de controle (com o objetivo de mensurar a curva de aprendizagem) baseados em atividades e projetos interdisciplinares, de forma a apresentar os conteúdos com uma abordagem mais substancial e com a existência de apenas uma prova obrigatória, no fim do período médio, que pode ocorrer junto às datas de avaliação de cada Instituição. O mais importante é que os alunos não são preparados diretamente para essa prova; eles a farão usando tudo o que aprenderam até então. Nada de passar um mês antes da prova estudando em desespero.

Porém, romper com o modelo de ensino-aprendizagem praticado anteriormente à presença de tecnologia digital em nossa sociedade envolve mudar a postura passiva dos alunos (imposta a eles desde o início por um modelo tradicional) numa sala de aula onde repetem no papel com o lápis e borracha, o que o professor escreve com giz no quadro negro e a prova, em alguns casos, pode ser encarada como o “castigo por estar aprendendo”.

Há aproximadamente trinta anos, Seymour Papert lançou a ideia dos computadores pessoais como ferramentas de aprendizagem, destacando a associação desses à Educação e assumindo uma postura construtiva. Em sua concepção, “os computadores podem e devem ser utilizados como instrumentos para trabalhar e pensar, como meios de realizar projetos, como fonte de conceitos para pensar ideias” (PAPERT, 2008, p.158), denominando de

construcionista a abordagem pela qual o aprendiz constrói, por intermédio do computador, o seu próprio conhecimento.

Vygotsky considera a linguagem, em seu sentido amplo, como instrumento, pois as mudanças estruturais nas funções psicológicas superiores são equivalentes as mudanças que os instrumentos criados pelos homens modificam as formas humanas de vida. Oliveira (2010) descreve como mediação o processo de intervenção de um elemento numa relação. As relações deixam de ser diretas e passam a ser mediadas.

A robótica educacional ou robótica pedagógica é caracterizada por ambientes de aprendizagem onde o aluno pode montar um robô ou sistema robotizado. É uma prática envolvendo *hardware* e *software*, onde a lógica é inerente na montagem e programação de robôs, envolvendo normalmente problemas do mundo real que estimulam o aprendizado de conceitos intuitivos (MORELATO *et al*, 2010) e que, objetivando desenvolver o raciocínio lógico, a criatividade, a autonomia no aprendizado, a compreensão de conceitos e o conviver em grupo, num ambiente que envolve tecnologia e trabalho manual, sendo assim, o mediador do processo.

Segundo Papert (2008), a utilização dessa ferramenta permite criar um ambiente de aprendizagem no qual o conhecimento não é simplesmente transmitido, mas onde o estudante pode interagir com os objetos, desenvolvendo outros conceitos de modo que ao final do processo, a ênfase não se volta ao produto, mas para o processo pelo qual atinge os seus objetivos. É dentro desse conceito que Studart (2019) define as “metodologias ativas” como sendo, “portanto, aquelas em que, durante a ensinagem, os alunos participam ativamente do processo, ao invés de apenas escutar de modo passivo o professor.” Retornando ao conceito de “alavanca”, apresentado por Vygotsky (2003 a, p. 76), como sendo a metodologia ativa, inerente ao ambiente social do processo educativo.

Para Papert (2008), algumas formas de aprendizagem são rápidas, muito atraentes e gratificantes. Robôs, máquinas autônomas, são meios atrativos que convidam professores e alunos a ensinar, aprender, descobrir e inventar, trabalhando em processos coletivos, capazes de conectar abstração e mundo concreto (QUINTANILHA, 2008), sendo possível trabalhar a área da Robótica de forma pedagógica, vindo a somar esforços para tornar a vida escolar mais desafiadora, criativa e preocupada com o processo inclusivo das pessoas.

Segundo Vega-Moreno e colaboradores (2015) “a robótica é a melhor ferramenta para a aprendizagem baseada em projetos (PBL) para o século 21 e a maneira mais excitante de

aprender fazendo. Os alunos aprendem sobre um assunto trabalhando por um longo período para investigar e responder a uma questão complexa, desafio ou problema.”

Os jovens amam a oportunidade de mostrar aos seus colegas (ou Professores), o que aprenderam e o que podem fazer, e os muitos subsistemas envolvidos (estrutura, movimento, sensores, programação, manipulação etc.) permitem mais oportunidades para que eles encontrem algo que se adapte aos seus interesses particulares.

A inserção da tecnologia nas ciências, em particular na Física, é prática comum na criação de modelos científicos complexos. Entretanto, no que se refere ao ensino de Física na Educação Básica, o emprego das tecnologias digitais tende a restringir-se à elaboração de materiais de aula (por exemplo, textos e apresentações) (HAAG *et al.*, 2005). A inclusão delas em atividades experimentais interativas ainda é limitada. Assim como apresentado por Studart (2019), neste trabalho também entendemos que “todo processo por meio do qual o aluno deixa de ser um elemento da audiência para ser o ator principal e o professor deixa de ser o protagonista” e “todo método instrucional que leva à ensinagem” é uma aprendizagem que contrapõe o modelo centrado no professor. Novas tecnologias na educação podem ser abordadas como modelos para a metodologia ativa.

Aguiar e colaboradores (2007) alerta para esse novo paradigma holístico da educação, onde o aluno desenvolve gradualmente suas inteligências múltiplas, desenvolve a criatividade, a autonomia e o autoconhecimento.

O ensino de ciências e o uso da experimentação passam a ter diferentes objetivos, devendo apresentar, além da união da teoria à prática, um papel social na alfabetização científica, na contextualização do ensino e em formar um ser crítico e reflexivo.

1.2 A visão do autor

Sou Professor, formado pelo Centro Universitário Moacyr Sreder Bastos com graduação em Física ministrando aulas para alunos do ensino médio desde o ano de 1999 e, desde o ano de 2002 professor da SEEDUC RJ (Secretaria Estadual de Educação do Estado do Rio de Janeiro). Durante este tempo na Educação tenho percebido o avanço no nível de desinteresse dos alunos do ensino médio em sala de aula. Curiosamente este desinteresse se reflete de forma semelhante em todas as disciplinas, tendo em vista os relatos de colegas professores. Todavia, observando o exemplo dado por países considerados referências no âmbito educacional

percebemos que talvez a solução não esteja nas séries finais (ensino médio), mas nas que a antecedem (educação infantil, fundamental I e II).

Os resultados do PISA (*Programme for International Student Assessment*) 2018 indicaram que no Brasil, 55,3% dos estudantes de 15 anos apresentam desempenho insatisfatório em Ciências, 68% não sabem o básico de matemática e 50,1% tem baixo rendimento em leitura.

Talvez pelo modelo de educação que usamos atualmente, que foi criado há muitíssimos anos para momentos com mercados estáveis, que estão aos poucos se extinguindo. Poucas são as escolas que estão ousando implantar métodos e disciplinas inovadoras. Desta forma, fica a pergunta: O que devemos ensinar para os nossos alunos neste momento em que pesquisas indicam que estamos entrando na 4ª Revolução Industrial?

1.3 A Dissertação

Neste trabalho aplicamos a metodologia aprendizagem baseada em projetos, PBL (*Project Based Learning*), via Unidade de Ensino Potencialmente Significativo utilizando numa sequência didática, centrado no aluno, concepções sobre a Robótica Educacional. Os conceitos físicos abordados foram relacionados ao Movimento Circular apresentados através de sistema físico de acoplamento de polias. Observamos se ocorreu um avanço significativo na relação ensino aprendizagem em alunos do 4º período do Ensino Médio Técnico do Instituto Federal do Rio de Janeiro, localizado no Campus Rio de Janeiro.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Um questionamento que devemos fazer é: Devemos incorporar robôs na educação com o propósito de estimular um maior interesse pela Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM) ou com o objetivo de abrir o caminho para nossas crianças e adolescentes para uma sociedade em que possivelmente a robótica será consistentemente integrada em todos os lugares?

As acentuadas transformações tecnológicas das duas últimas décadas impuseram desafios inéditos a educadores e estudantes (KENSKI, 2004; BAUERLEIN, 2012). O uso didático de recursos tecnológicos pode facilitar o processo de ensino-aprendizagem e ajudar a explorar os conteúdos curriculares da Educação Básica com mais dinamismo (ARAUJO; VEIT, 2008; VEIT *et al.*, 2013; STUDART, 2019).

O ensino de Física, em particular, é objeto de preocupação de muitos educadores. O modelo didático tradicional, baseado em aulas expositivas e na passividade do aluno, nem sempre alcança a aprendizagem (RAMAL, 2000; MARTINAZZO *et al.*, 2014, STUDART, 2019). Tornar as aulas interativas a partir da inclusão de tecnologias e trabalhar de forma mais expressiva as avaliações formativas em comparação às somativas, é sem dúvida uma alternativa factível. Existe uma pluralidade de recursos passíveis de inclusão no ambiente escolar – experimentos, simulações computacionais e jogos digitais – capazes de atrair a atenção do aluno e promover a interatividade (STUDART, 2019; MEDEIROS, MEDEIROS, 2002; HAAG *et al.*, 2005; JESUS *et al.*, 2007; ARAUJO; VEIT, 2008; CAVALCANT; BONIZZIA, 2009; VEIT *et al.*, 2013).

2.1 - Base Nacional Comum Curricular

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) define que concepção de Educação irá orientar as escolas brasileiras neste momento de intensa polarização e de muitos questionamentos sobre o modelo tradicional que falha em preparar os estudantes para os desafios da vida contemporânea. Na BNCC, o foco das escolas passar a ser não apenas a transmissão de conteúdo, mas o desenvolvimento de competências, compreendidas como a soma de conhecimentos (saberes), habilidades (capacidade de aplicar esses saberes na vida cotidiana), atitudes (força interna necessária para utilização desses conhecimentos e

habilidades) e valores (aptidão para utilizar esses conhecimentos e habilidades com base em valores universais, como direitos humanos, ética, justiça social e consciência ambiental).

Desta forma, a BNCC apresenta as 10 competências gerais que se constituem em propósito final de tudo que os estudantes irão vivenciar, aprender e desenvolver da Educação Infantil até o Ensino Médio, ou seja, as escolas brasileiras continuam tendo a missão de assegurar a aprendizagem dos alunos nos componentes curriculares tradicionais, mas também devem ampliar a capacidade de lidar com pensamento crítico, criatividade, sensibilidade cultural, diversidade, comunicação, tecnologias e cultura digital, projeto de vida, argumentação, autoconhecimento, autocuidado, emoções, empatia, colaboração, autonomia, ética, diversidade, responsabilidade, consciência socioambiental e cidadania, entre outros aspectos importantes para a vida no século 21.

As competências gerais (Fig. 1) também se orientam por estudos e tendências sobre o que os estudantes precisam aprender para lidar com os desafios do mundo atual, caracterizado por um alto nível de volatilidade, incerteza, complexidade e ambiguidade. Ou seja, preparando as novas gerações para viver em uma realidade marcada por um permanente estado de mudança, em que o futuro é incerto, os problemas são de difícil resolução e boa parte das perguntas, que nos fazemos, remete a um conjunto variável de respostas. Um contexto bastante diferente daquele no qual foi forjado o modelo de escola atual, em que as transformações aconteciam em passo muito menos acelerado, o que permitia planejar nosso futuro pessoal e profissional com alguma previsibilidade e ter mais clareza sobre por onde caminhar.

A BNCC, portanto, busca contribuir para a superação de antigos problemas da Educação brasileira, como a qualidade e a equidade, mas também alavanca transformações para tornar as escolas capazes de responder aos novos desafios que se apresentam.

2.2 Sociointeracionismo

Na orientação histórico-social a aprendizagem é resultante da interação sujeito-objeto, onde a ação do sujeito é socialmente mediada dando ênfase à cultura e às relações sociais. Supõe-se, nesse caso, uma ação entre sujeitos, uma relação de parceria. Assim, as funções mentais superiores (linguagem, memória, abstração, capacidade de comparar, diferenciar etc.) são ações interiorizadas a partir de algo socialmente mediado.

COMPETÊNCIAS GERAIS

Base Nacional Comum Curricular

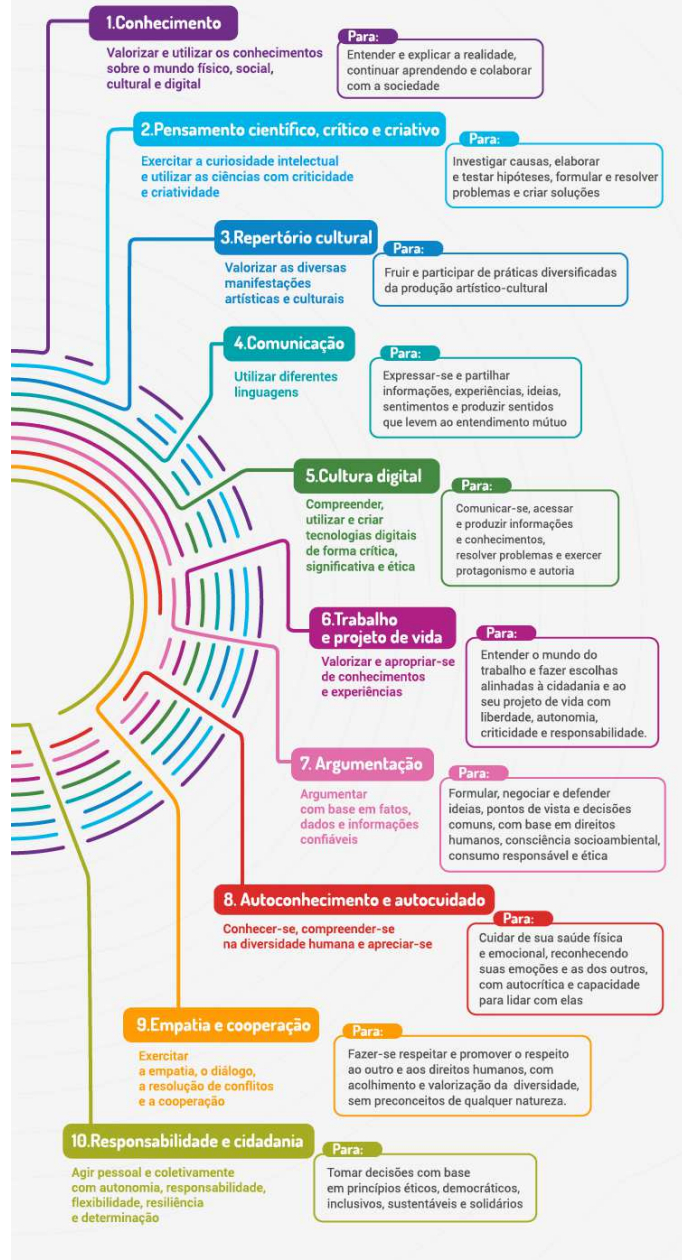


Fig. 1: Competências Gerais do BNCC¹

¹ Imagem obtida no dia 04 de fevereiro de 2020 de em: <https://porvir.org/entenda-10-competencias-gerais-orientam-base-nacional-comum-curricular/>

De acordo com Vygotsky, o desenvolvimento humano se dá em relação às trocas entre parceiros sociais, através de processos de interação e mediação (RABELO e PASSOS, 2010). A aquisição de conhecimentos se dá pela interação do sujeito com o meio (cultura, sociedade, práticas e interação). O sujeito é interativo, adquire conhecimentos a partir das relações intrapessoais e interpessoais e de troca com o meio, a partir da mediação. Vygotsky percebeu que a interação é mediada por várias relações, contrariando o construtivismo, no qual o indivíduo age diretamente com o objeto (MAGALHÃES, 2007).

Para que a aprendizagem aconteça, faz-se necessária uma interação entre duas ou mais pessoas, cooperando em uma atividade interpessoal que possibilite uma reelaboração intrapessoal. Para tanto, este trabalho se apresenta como um relato de experiência da aplicação de uma estratégia pedagógica com base na Zona de Desenvolvimento Proximal, proposta por Vygotsky, que nas suas palavras é:

"A Zona de Desenvolvimento Proximal define aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão, presentemente, em estado embrionário" (Vygotsky. 1991).

O termo Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) é, possivelmente, uma das ideias mais difundidas e conhecidas de Vygotsky. Amplamente utilizado em pesquisas educacionais, em estudos sobre ensino e aprendizagem de muitas áreas do conhecimento, das quais, destaque-se: matemática, leitura, ciências e escrita (CHAIKLIN, 2011).

Dentro da perspectiva de Vygotsky de ZDP, ao exercer sua função, o professor assiste ao aluno dando-lhe apoio e recursos, a fim de que ele possa alcançar um nível de conhecimento mais elevado do que seria possível sem o auxílio. Ou seja, A ZDP é tudo que o aluno pode adquirir em termos intelectuais quando lhe é dado suporte educacional devido. Assim, não é a instrução propriamente dita, mas a assistência que permite ao aluno atuar no limite do seu potencial (FINO, 1997).

A aprendizagem mais significativa é que se baseia no processo de construção do conhecimento por parte dos alunos. Esse processo de construção é tanto melhor conduzido quanto melhor o professor for capaz de criar ambientes de aprendizagem que potenciem a interação entre alunos em estágios cognitivos ligeiramente diferentes ou em fases de transição

de estágio. Vygotsky defende que a criança aprende melhor quando é confrontada com tarefas que impliquem um desafio cognitivo não muito discrepante, ou seja, que se situem naquilo a que o psicólogo soviético chama de zona de desenvolvimento próximo. Esta teoria tem implicações importantes no processo de instrução: o professor deve proporcionar aos alunos a oportunidade de aumentarem as suas competências e conhecimento, partindo daquilo que eles já sabem, levando-os a interagir com outros alunos em processos de aprendizagem cooperativa.



Fig. 2: Desdobramentos da Zona de Desenvolvimento Proximal¹.

As crianças imitam uma variedade de ações que vão para além dos limites das suas capacidades. Imitando, as crianças são capazes de fazer muito mais, em atividade coletiva, e sob a orientação de adultos. Como já foi indicado, a aprendizagem humana pressupõe, para Vygotsky, uma específica natureza social, sendo um processo, através do qual, a criança cresce dentro da vida intelectual dos que a rodeiam. Vygotsky afirma, ainda, que são ineficazes, em termos de desenvolvimento, as aprendizagens orientadas para níveis de desenvolvimento que já foram atingidos, porque não apontam para um novo estágio no processo de desenvolvimento.

¹ Imagem obtida no dia 04 de fevereiro de 2020 de em: <https://educandoamanha.blogspot.com/search/label/ZDP>

Duran (2008) desenvolve que o professor, ao se colocar como um monopolizador da mediação, ajuda e ensino perante uma classe de alunos, tende a verificar que não “atinge” todos eles e se vê pressionado por não poder fazer individualmente as práticas de atendimento, avaliação e observação. Portanto, são necessárias elaborações e momentos de rearranjos em sala de aula para que o monopólio docente nas relações professor-aluno seja quebrado.

Na perspectiva de Vygotsky, exercer a função de professor (considerando uma ZDP) implica assistir o aluno proporcionando-lhe apoio e recursos, de modo que ele seja capaz de aplicar um nível de conhecimento mais elevado do que lhe seria possível sem ajuda. Assim, o ensino-aprendizagem é estimulado quando o aluno atinge um nível de compreensão e habilidade que ainda não domina completamente, puxando dela um novo conhecimento. Ensinar o que o aluno já sabe desmotiva e ir além de sua capacidade permite uma situação de desafio desinteressante (STUDART, 2015).

A constatação de um segundo nível de desenvolvimento e, conseqüentemente, a postulação de uma Zona de Desenvolvimento Proximal, foi decorrente da percepção de diferenças ao nível de resolução de problemas entre crianças que, aparentemente, apresentavam os mesmos níveis de desenvolvimento real. Aplicando testes de inteligência nessas crianças, Vygotsky constatou uma equiparação ao nível do quociente intelectual, ou seja, ambas conseguiam resolver sozinhas os mesmos problemas. Entretanto, ao interagir com essas crianças, ao propor-lhes exercícios mais complexos, além das suas capacidades de resolução independente, este autor constatou que uma das crianças conseguia, com ajuda, resolver problemas que indicavam uma idade mental superior à da outra que, sob as mesmas orientações; não conseguia solucionar os problemas que a primeira resolvia. Vygotsky ateve-se à análise das interações adulto/criança e ao papel destas na promoção do desenvolvimento.

Devido a essa ênfase, a grande maioria dos estudos atuais na perspectiva de Vygotsky que tratam da ZDP têm seguido esta orientação (TUDGE, 1987). Por outro lado, a interação de companheiros tem sido abordada com menor ênfase na literatura contemporânea, ainda que se observe, aqui também, uma certa semelhança ao observado na interação adulto/criança: o pressuposto de que o companheiro mais experiente influencia, com seu ponto de vista, o menos experiente, levando-o a apropriar-se de conhecimentos de que antes não dispunha.

Portanto, a ZDP indica a distância situada entre o nível atual de desenvolvimento da criança, determinado pela sua capacidade atual de resolver problemas individualmente e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da resolução de problemas sob a orientação

de adultos ou em colaboração com os pares mais capazes ou mais habilidosos (VYGOTSKY, 1991) - conceito esse operacionalizado na metodologia desse trabalho, corroborando com o papel central do aluno, no modelo da aprendizagem ativa.

2.3 Educação 4.0

O baixo uso de tecnologia em sala de aula, a dificuldade em acessar a internet e a proibição do uso de celulares estão entre os fatores que mais incomodam os estudantes¹. Godoy (2009, p.179) ressalta que: “A escola como instituição social não pode ficar às margens desse processo, pois corre o risco de ficar defasada, alienada, desinteressante e não cumprir assim suas funções sociais(...)”.

Para Valente (2008) as crianças normalmente apreciam as tecnologias digitais talvez por serem tecnologias do seu tempo, crescem com elas. Todavia, nem todas possuem acesso a essas tecnologias, o que pode aumentar as barreiras educacionais e sociais culminando na exclusão destes indivíduos do acesso a informação digital e, conseqüentemente, ao conhecimento.

Embora ainda enfrente dificuldade de infraestrutura e adaptação de alunos e professores, o uso da internet e de novas ferramentas tecnológicas já é reconhecido como um caminho irreversível na Educação do futuro (STUDART, 2015). O modelo de aprendizado continuará evoluindo nos próximos anos com algum vínculo com a internet, por meio de vídeos, jogos e/ou outras ferramentas.

Mas como chegamos a isso? Possivelmente as transformações que se iniciaram no pós segunda guerra mundial revolucionaram não só as culturas, mundo a fora, como também proporcionaram um grande avanço na medicina, arquitetura e engenharia e principalmente no Ensino. É possível notar a arquitetura e seus conceitos nos prédios que subiram, juntamente com a engenharia civil, cada vez mais altos e com curvas que ousam a nos desafiar. Ainda no âmbito das engenharias, nenhum avanço foi tão significativo quanto a da engenharia eletrônica e a apresentação do uso de semicondutores que possibilitou a arquitetura de componentes eletrônicos mais avançados, com capacidades inimagináveis e, por vezes, difíceis de verbalizar: os megas, gigas e teras. Ordens de grandeza astronômicas.

O avanço da computação abriu fronteiras nas diversas áreas do conhecimento: Na medicina equipamentos sofisticados para realizar exames, muitos deles ainda distantes das grandes massas. Para as engenharias e arquitetura capacidade de simulação. Atualmente o mundo passa por uma nova revolução, a indústria 4.0. Os avanços da tecnologia e das ciências,

viabilizam essa nova transformação. O Brasil tem sua agenda própria para a indústria 4.0 (<http://www.industria40.gov.br/>) onde percebemos, também, como o governo a define: “A quarta revolução industrial, que terá um impacto mais profundo e exponencial, se caracteriza, por um conjunto de tecnologias que permitem a fusão do mundo físico, digital e biológico” permitem observar as principais tecnologias, que “são a Manufatura Aditiva, a Inteligência Artificial (IA), a Internet das Coisas (do inglês Internet of Things - IoT), a Biologia Sintética e os Sistemas Ciber Físicos (do inglês Cyber Physics Systems)” É dentro do contexto da 4ª Revolução Industrial (4RI) que permeia o conceito da Educação 4.0.

A inovação é o principal conceito da Educação 4.0 (E4.0) (Goldie, 2016). Assim, a E4.0 capacita os alunos a produzir inovações e, conseqüentemente, produzir o conhecimento, e atende as necessidades da sociedade na “Era inovadora”. Está de acordo com a mudança de comportamento com as características especiais de paralelismo, conectividade e visualização. Ou seja, é uma transformação que caminha com 4RI (paralelismo), sendo necessário uma abordagem dentro de conceitos como IoT e IA (conectividade) e com base em apelos visuais como a gamificação, demonstração, interação, execução em construção do tipo “faça você mesmo” [DIY] (visualização).

É importante ressaltar que todo o processo encontra resistência devido a zona de conforto e/ou imposições pedagógicas das instituições. Seja para formar um professor seja para o professor aplicar uma nova metodologia. Mesmo as instituições que têm laboratório, ou instrumentação capaz de propiciar um ensino ativo, sem a devida preparação muitos dos instrumentos não passam de apenas um acessório, ou mesmo um brinquedo dentro da instituição. Nardi (2009) e Studart (2015, 2019) ressaltam que as práticas pedagógicas de experimentação na formação dos professores de Ciências devem funcionar como veículos legitimadores do conhecimento científico, a partir do ponto em que o conceito ultrapasse a dimensão do laboratório, pois as práticas devem se caracterizar pela ação do investigar, vivenciar e experienciar. Para além da ação, a metodologia ativa encontra eco.

¹ Referência: **Estudo revela motivos para o desinteresse de estudantes pelo ensino médio** – Correio Brasiliense de 25 de junho de 2013. **Fundação Victor Civita em parceria com o Banco Itaú e a Fundação Telefônica Vivo.** https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/eu-estudante/ensino_educacaobasica/2013/06/25/ensino_educacaobasica_interna,373237/estudo-revela-motivos-para-o-desinteresse-de-estudantes-pelo-ensino-medio.shtml

2.4 PBL (Project Based Learning)

A Aprendizagem Baseada em Projeto (do inglês *Project-Based Learning* PBL) é um complemento adequado ao sistema educacional (GAGLIARDI, 1986). A experiência é uma troca entre o ser humano e seu ambiente físico e social, não apenas relacionado ao conhecimento. Atualmente, o conhecimento está disponível em formato gratuito e aberto na Internet. Portanto, o aprendizado baseado apenas na transferência de informações do professor para o aluno é obsoleto, e o aprendizado organizado por habilidades deve ser incentivado.

A metodologia PBL é uma forma de aprendizado que estimula a proatividade e o aprimoramento pessoal em um grupo acadêmico por meio de discussões profundas de casos interdisciplinares dentro de diversos conceitos, como o Sociointeracionismo. A capacidade de realizar projetos é inerente do ser humano, projetar é atirar(-se) a distância, arremessar(-se), lançar(-se), significado semelhante mencionado por Machado (2000) que qualifica o projeto como uma antecipação, uma referência ao futuro e abertura para o novo.

Segundo Penuel (1999), o modelo de aprendizagem baseada em projetos, em conjunto com a utilização de novas tecnologias, traz um novo sentido para a aprendizagem, pois ajuda os estudantes a desenvolverem habilidades e competências para a vida numa sociedade baseada no conhecimento e altamente tecnológica. De acordo com Thomas (2000), as pesquisas sobre o modelo de aprendizagem baseada em projetos são muito recentes. Desde os anos 1990 ocorrem as pesquisas nesse modelo.

O trabalho por projetos é defendido na obra de Hernandez e Ventura (1998), que propõem a organização da escola por meio de projetos e reforçam que o ensino por projetos garante a aprendizagem, pois aproxima teoria da prática numa abordagem emancipatória, favorecendo a contextualização e a flexibilidade dos conteúdos curriculares. Com a mesma posição, Martins (2002) cita que os projetos contribuem para que os alunos participem e se envolvam em seu próprio processo de aprendizagem.

Essa mesma linha de pensamento é defendida por Araújo (2008), que faz referência ao trabalho por meio de projetos como uma estratégia para construção dos conhecimentos, entendendo estratégia como uma ação que pressupõe decisões, escolhas, apostas, riscos e incertezas.

Vasconcelos (2009) menciona a vantagem de se trabalhar com projetos ressaltando a curiosidade “atiçada” dos alunos, ao se envolver nessa estratégia de ensino, o que promove a apropriação de conteúdos previstos e não previstos. Com base em Nogueira (2002), o projeto

ainda pode propiciar diferentes mecanismos de trabalhar o processo de aprendizagem, não só na área cognitiva, mas também na motora, assim como nas áreas afetiva, social e emocional. Os projetos, em si, geram produtos diversos. Nessa via, uma unidade de ensino potencialmente significativa é uma consequência natural que se pode obter.

2.5 Conceitos Físicos

A ciência é capaz de grandes feitos, dentre os quais, enviar o homem à Lua. Já no século III A.C. Eratóstenes mediu o raio da Terra, provando a esfericidade¹ do planeta, e Aristóteles havia citado como argumento a sombra circular projetada pela Terra sobre a Lua, sempre que se interpõe entre o Sol e a Lua (NUSSENZVEIG, 2011).

Nas palavras de Nussenzveig (2011) “a arte do (físico) teórico está em julgar o que e como abstrair, o que é essencial e o que é acessório. O (físico) experimental enfrenta problemas análogos: eliminar ‘efeitos espúrios’ e medir apenas o efeito desejado é extremamente difícil.” Contudo, no âmbito do ensino-aprendizagem, a investigação ancorada na exploração de uma questão norteadora, que organiza e orienta a investigação, e a construção de artefatos relacionados a questão motriz (LANGBEHEIM, 2015) permeiam a aprendizagem baseada em projetos, explorando conceitos além do conceito teórico. Assim, os experimentos têm grande relevância para promover a relação ensino-aprendizagem.

O movimento planetário é regido pelas leis de Kepler, onde a primeira Lei versa que as órbitas dos planetas são elípticas e o Sol se localiza num dos focos. Canalle (2003) apresenta as excentricidades dos planetas e a forma correta de representação gráfica. Na figura 3 está uma reprodução das elipses das orbitas dos planetas e a identificação de cada planeta, com eixo maior de 4 cm. Há um ponto central em cada figura e o ponto da direita representa a posição de um dos focos, que é ocupado pelo Sol. Com efeito, sabendo-se quantos dias são necessários para que haja uma revolução em torno do Sol, o que se denota por período de rotação dos planetas, é possível construir um sistema solar com acoplamentos de polias. Porém, para avançar a tal conhecimento é importante compreender tal conceito. Neste trabalho buscamos aprimorar as bases que estão não só nas relações de rotação de planetas em torno do Sol (em

¹ Recentemente, foi divulgado por terraplanistas, aqueles que acreditam que a Terra é plana, que os terrabolistas são as pessoas que “acreditam” que a Terra seja “redonda”. No entanto, é importante frisar que o planeta Terra, assim como os outros planetas de qualquer sistema solar e todas as estrelas têm geometria que se assemelha a uma esfera. O planeta terra é achatado nos polos (oblata) mas tem concentração de terra no polo sul, passando um conceito de uma curva próximo a uma catenária. Esse formato de ovo permite classificar o planeta como uma forma matemática ovalata – oblata. Dizer que o planeta Terra é um “Geoide” é apenas informar que “o planeta Terra tem ‘forma de Terra’”! (por FNR)

condições de excentricidades quase nulas) mas em todos as máquinas: Acoplamento de roldanas e engrenagens.

Engrenagens estão presentes em máquinas simples, como bicicletas, onde a coroa e o catraca estão ligados por uma corrente, em máquinas médias, como guindastes, e em máquinas complexas, como o diferencial de um carro, nas articulações de robôs humanoides, nas impressoras 3D, enfim, uma infinidade de sistemas detém essa tecnologia milenar.

A história das engrenagens, que substituem o termo roldana em máquinas, na Europa, se confunde com a própria história dos moinhos de água, que eram utilizados para produção de farinha de trigo, para sistemas de marteletes que auxiliavam os ferreiros, serralheria e uma infinidade de outras aplicações.

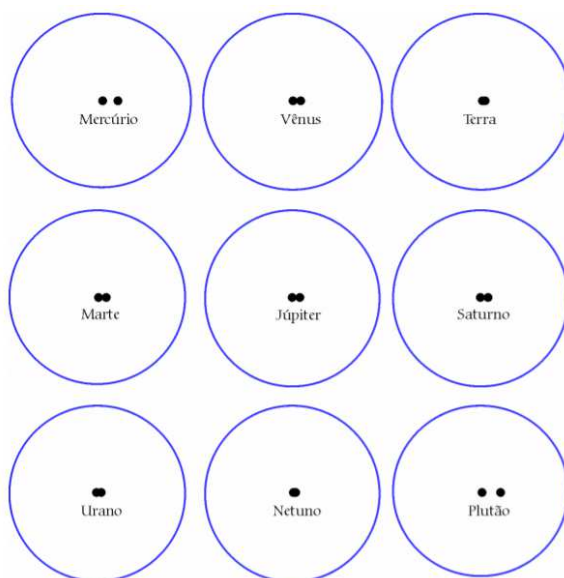


Fig. 3: Elipses das órbitas dos 9 planetas¹ desenhadas com eixo maior de 4 cm. O ponto central é o centro da elipse e o ponto da direita é a posição de um dos focos, o qual é ocupado pelo Sol.

De um modo geral, o movimento circular se caracteriza quando um corpo de referência descreve a trajetória de um círculo. Quando o módulo da velocidade (v) permanece constante o movimento é denominado circular uniforme (MÁXIMO, ALVARENGA, 2000) e o tempo gasto para efetuar uma volta completa é denominado *período* (T) do movimento. Sendo R o raio do círculo executado no movimento, a distância percorrida é o perímetro da circunferência, e será equivalente a $2\pi R$. Assim, a velocidade será dada por

$$v = \frac{2\pi R}{T} \quad (1)$$

¹ Imagem obtida no dia 04 de fevereiro de 2020 de em: [Física na Escola, v. 4, n. 2, 2003 - João Batista Garcia Canalle - O problema do ensino da órbita da Terra.](#)

A frequência do movimento, f , do movimento é, por definição, o quociente entre o número de voltas e o tempo gasto para efetuá-las. Se o tempo gasto para executar a volta for exatamente de 1 segundo, representado por $f = 1/s$, ou

$$f = \frac{1}{T} \quad (2)$$

o que define a unidade de frequência, seja 1 volta/segundo, ou 1 Hz, denotado por Hertz, em homenagem ao cientista alemão H. Hertz (1857 – 1894).

Em uma roda de raio R , uma marcação na extremidade da roda, após uma revolução em torno do eixo, descreve o arco S da trajetória. Quando o arco descrito subtende uma revolução completa tem-se o perímetro P . O perímetro, matematicamente, é obtido pela relação:

$$P = 2\pi R \quad (3)$$

Contudo, se ao marcar uma posição e observar a roda girar, o perímetro P equivale a uma reta descrita (Fig. 4)

Um exemplo é a sequência apresentada na Fig. 4, onde o instante T1 representa o primeiro instante de observação do movimento e, em “fotos” em instantes subsequentes, podemos observar o percurso executado pela circunferência, de T1 a T4, onde o caminho é descrito pela cor vermelha.

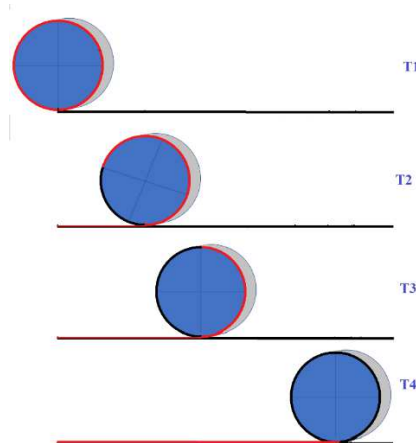


Fig. 4: T1. Instante inicial do movimento. T4. Após algum tempo, a nova posição está representada.

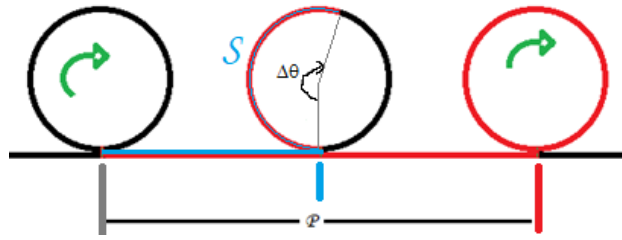


Fig. 5: Representação do arco no movimento circular

Considerando o tempo de se mover ao longo dessa reta, P (Fig. 5), tem-se a velocidade v , como descrito na equação 1, da qual, associada a equação 3, deriva a equação 4.

$$v = \frac{P}{T} \quad (4)$$

Essa velocidade linear, v , será constante se o movimento de rotação foi constante.

O arco, S , descrito no movimento, será uma fração do percurso P , se a roda não tiver descrito um ciclo de rotação, como se observa na Fig. 5.

Nas condições descritas, ao colocar a roda girando, podemos notar que, enquanto se gira, as aberturas angulares, aqui representado por $\Delta\theta$, com valores em radiano, são executadas em determinado intervalo de tempo Δt , medidos em segundos, no SI. Define-se a velocidade angular, ω , por

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \quad (5)$$

Ressalta-se que o movimento de uma roda com relação ao seu eixo central apresenta, rigorosamente, a mesma característica.

Pela definição de radiano, uma abertura angular $\Delta\theta$ é a razão entre a abertura do arco S pelo raio R , tal que

$$\Delta\theta = \frac{S}{R} \quad (6)$$

Deriva da equação 6 que o comprimento do arco S é o próprio perímetro, P , da circunferência quando

$$S = \Delta\theta \cdot R \quad (7)$$

ou

$$P = \Delta\theta \cdot R \quad (8)$$

Mas, na condição da equação 8, $\Delta\theta = 2\pi$, o que nos devolve a equação 3.

Derivando a equação 7 com respeito a dimensão do tempo, obteremos, para um círculo de raio R, um movimento descrito por:

$$v = \frac{dS}{dt} = \frac{d\theta}{dt} \cdot R \quad (9)$$

Da equação 5, considerando as condições do espaço contínuo, como uma generalização ao discreto, a equação 9 se torna

$$v = \omega \cdot R \quad (10)$$

O movimento Circular está presente em um conjunto de sistemas. Desde o movimento mais simples da roda em si, passando por um sistema de acoplamentos, como acontece em diversos mecanismos, como a relação entre a “coroa” e o “catraca” das bicicletas (Fig. 6), onde os dois “círculos” estão ligados por uma corrente. Neste exemplo, admite-se uma coroa de raio R maior que o catraca de raio r, com uma relação entre eles de aproximadamente $R = 4 r$.

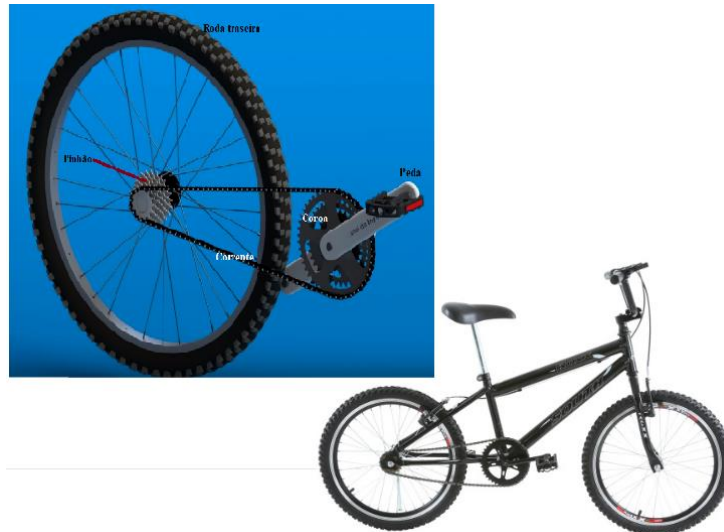


Fig. 6: imagem da bicicleta². No canto superior esquerdo³ ressaltado da catraca (ou pinhão) e da coroa.

² Imagem obtida no dia 04 de fevereiro de 2020 de em: https://www.centauro.com.br/bicicleta-oxer-roxx-aro-20-freio-v-brake-infantil-923894.html?cor=02&gclid=Cj0KCCQjwpLzBRCRARIsAHuj6qXtVahbbbe0NGfuMymFDxVeoX24lwUNxnjRk39vZfpsLd9c7O9JcLMaAvZXEALw_wcB

³ Imagem obtida no dia 04 de fevereiro de 2020 em: <https://www.youtube.com/watch?v=WKLV1dJa7LI>

Um outro acoplamento que também pode ser observado está na manivela que permite girar a coroa e é designada de “pedal”. A cada ciclo do pedal, a coroa gira um ciclo, em consonância, pois o pedal e a coroa estão associados no mesmo eixo central (Fig. 7).



Fig. 7: O “pedal” é impulsionado pelo ciclista com a finalidade de transmitir o movimento para a coroa (fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=WKLV1dJa7LI>)

O acoplamento observado na figura 7 é uma relação em que as velocidades angulares do pedal (ω_P) e a da coroa (ω_C) são iguais. Por outro lado, o acoplamento observado entre a peça e a coroa, através da corrente que os une, proporcionam uma velocidade linear igual, ou seja, a velocidade linear da coroa (v_C) é igual à velocidade linear do peão (v_P). Fazendo uma combinação entre esses acoplamentos é possível apresentar aplicações desde a indústria mecânica até a indústria eletrônica, passando pela mecatrônica. Alguns exemplos são apresentados nas figuras de 8 a 10.



Fig. 8: Aplicação de acoplamento de polias na indústria mecânica.⁴

⁴ Fonte da imagem: https://http2.mlstatic.com/virabrequim-motor-polia-D_NO_NP_13842-MLB20081393677_042014-F.jpg acessado em 21 de fevereiro de 2020

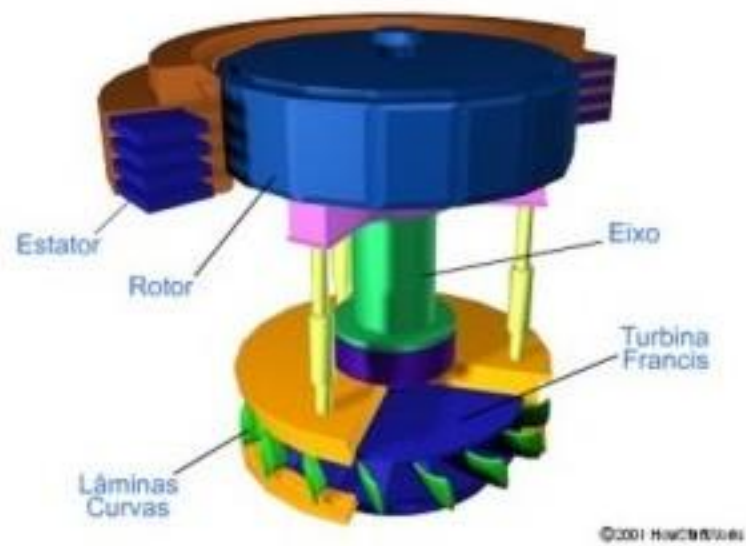


Fig. 9: Aplicação de acoplamento de polias na indústria elétrica.⁵



Fig. 10: Aplicação de acoplamento de polias na indústria eletrônica.⁶

⁵ Fonte da imagem: http://cidadedetucurui.com/INICIO/USINA_HIDRELETRICA_TUCURUI/OPERA%C7%C3OEMANUTEN%C7%C3O/OPERA%C7%C3OEMANUTEN%C7%C3O.htm acessado em 21 de fevereiro de 2020

⁶ Fonte da imagem: <https://www.hexbug.cl/laboratorios-de-robotica/> acessado em 21 de fevereiro de 2020

A luz das Leis de Newton, quando um corpo de massa m orbita um centro, como ocorrem com os satélites artificiais, que auxiliam no monitoramento das florestas, ao orbitar o planeta Terra (Fig. 11), ou seja, com movimento circular uniforme, estará sujeito a uma aceleração centrípeta, \vec{a}_c .

Todos os corpos nessa condição de MCU apresentarão uma força resultante cuja aceleração resultante é do tipo centrípeta. Por conseguinte, a força resultante é uma força com uma resultante centrípeta.

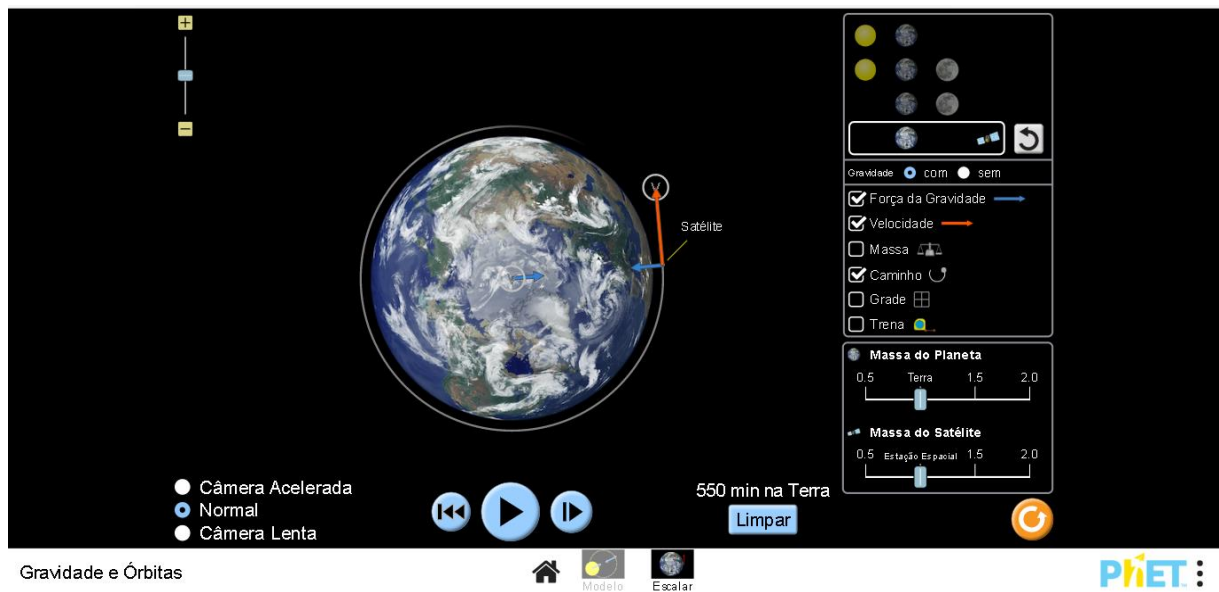


Fig. 11: Satélite artificial orbitando o planeta Terra.(Fonte https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits_pt_BR.html)

No exemplo do satélite a força com resultante centrípeta é a força gravitacional. Contudo, diversos movimentos podem apresentar resultante centrípeta, como, por exemplo a força normal, a força de atrito, a força magnética, a força elétrica⁷ etc.

⁷ No Apêndice II estão algumas aplicações de diversas forças com resultante centrípeta.

3 METODOLOGIA

Durante algum tempo na Educação tenho percebido o avanço no nível de desinteresse dos alunos do ensino médio em sala de aula. Curiosamente este desinteresse se reflete de forma semelhante em todas as disciplinas, tendo em vista os relatos de colegas professores. Todavia, observando o exemplo dado por países considerados referências no âmbito educacional percebemos que talvez a solução não esteja nas séries finais (ensino médio), mas nas que a antecedem (educação infantil, fundamental I e II). Durante a atividade, como observador, pude observar perfeitamente o desenvolvimento de habilidades e competências nos alunos. Entre elas, a capacidade de resolução de problemas e de trabalho em equipe (onde através de seus próprios relatos perceberam a importância uma vez que em todos os grupos, os componentes contribuíram de alguma forma com conhecimentos diferentes). Tais competências na maioria das vezes não são possíveis serem observadas quando estamos em um cenário onde avaliações somativas são, em alguns casos, as que possuem um maior peso. Mas fica a pergunta, e o que o aluno produziu durante o ano, deveria ou não ter maior peso do que as avaliações somativas? Talvez fosse importante o aluno entender que, desde os primeiros dias o professor já o está avaliando (observando sua participação, comprometimento, responsabilidade). Desta forma, as avaliações somativas não deveriam ser encaradas como “mais uma ferramenta de aferição de conhecimento”, e não como a mais importante dentre outras.

Dentro das condições de ensino aprendizagem, os estudos qualitativos, no âmbito do Ensino Básico, sejam no Ensino Fundamental, sejam no Ensino Médio, apresentam características metodológicas que, segundo Godoy (1995):

(...) têm como preocupação fundamental o estudo e a análise do mundo empírico em seu ambiente natural. Nessa abordagem valoriza-se o contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação que está sendo estudada. No trabalho intensivo de campo, os dados são coletados utilizando-se equipamentos como videoteipes e gravadores ou, simplesmente, fazendo-se anotações num bloco de papel. Para esses pesquisadores um fenômeno pode ser mais bem observado e compreendido no contexto em que ocorre e do qual é parte. Aqui o pesquisador deve aprender a usar sua própria pessoa como o instrumento mais confiável de observação, seleção, análise e interpretação dos dados coletados (GODOY, 1995, p.62).

É importante frisar que aos participantes que esta pesquisa é uma amostra disponível (MCMILLAN, SCHUMACHER, 2001), no que esta dissertação se apresenta como um estudo de caso e os resultados obtidos são interpretados sem pretensão de generalização.

Como ressalta Lüdke e André (2013, p.20):

“O estudo de caso é o estudo de um caso, seja ele simples e específico, como o de uma professora competente de uma escola pública, ou complexo e abstrato, como o das classes de alfabetização ou do ensino noturno. (...) O caso pode ser similar a outros, mas é ao mesmo tempo distinto. (...) O interesse, portanto, incide naquilo que ele tem de único, de particular, mesmo que posteriormente venham a ficar evidentes certas semelhanças com outros casos ou situações.” Lüdke e André (2013, p.20)

Buscou-se, com isso, compreender as relações interpessoais, segundo o modelo ZDP, a ação do Professor e do Aluno e manifestação geral a fim de contribuir para que outros possam aproveitar o produto gerado para seu caso específico. Ressalta-se que Vygotsky não especificou como analisar os conceitos na ZDP. Como alerta Rosa (2010), Vygotsky não deixou uma teoria acabada. Mas, com esse marco teórico, nas palavras de Moreira (2019) “é possível desenvolver unidades de ensino potencialmente facilitadoras da aprendizagem significativa (UEPS – Unidade de Ensino Potencialmente Significativo) de tópicos específicos de conhecimento declarativo e/ou procedimental” em um ambiente com aprendizagem ativa.

Nesse tocante, intervimos com um processo avaliativo, como sugere Moreira (2019):

“a avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado; além disso, deve haver uma avaliação somativa individual..., na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência;”

Em virtude das limitações relativas das diferentes técnicas de abordagem e para recolher dados (GHIGLIONE, MATALON, 1997), optou-se pela técnica de inquérito por questionário simples, com o intuito de permitir aos alunos que suas ideias sejam expressas e o anonimato fique garantido, corroborando com os conceitos das UEPs. Em vista a coletar dados com isonomia, porém, admitindo o conceito de “participante como observador”, a pesquisa ocorreu sob as informações que eram pertinentes aos alunos saberem. O papel do observado foi revelado

mas as atividades foram reveladas em partes, para que, em consonância com o marco teórico e com os conceitos das UEPS, assim como a da metodologia ativa PBL, as questões e as situações apresentadas fossem tais que

“a avaliação do desempenho do aluno na UEPS fossem baseadas, em pé de igualdade, tanto na avaliação formativa (situações, tarefas resolvidas colaborativamente, registros do professor) como na avaliação somativa;”
(MOREIRA, 2019)

Assim, para avaliar o aluno durante o estudo dos temas relacionados ao Movimento Circular (MC) e às aplicações em diferentes situações, por meio da construção de modelos mecânicos e eletromecânicos, utilizaram-se os seguintes instrumentos para coleta de dados:

1. Avaliações diagnósticas apresentadas nos anexos I e II.
2. Propostas didáticas para estudar os conteúdos com apresentação de vídeos, elaboração de um projeto e execução do projeto que envolveu a montagem de um mecanismo associado aos conceitos de MC.
3. Questionário auto avaliativo estimulado ao longo do desenvolvimento da montagem e captado em áudio e vídeo.
4. Avaliações finais.

A avaliação diagnóstica foi elaborada com o intuito de investigar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conteúdos que seriam estudados. Além disso, foram registradas e validadas as observações feitas pelo professor e pesquisador, sobre o desenvolvimento das atividades em sala, por meio de gravações de áudio e imagem realizadas durante a aplicação de toda a estratégia de ensino. Como indicam Lüdke e André (2013), a gravação em áudio e vídeo tem a vantagem de registrar toda a fala do participante, deixando o pesquisador livre para focar sua atenção no diálogo. “Sendo assim, trata-se de um instrumento de coleta de dados superior à mera observação humana, visto que o observador pode se distrair no momento da coleta, pode não ser capaz de memorizar todos os acontecimentos, além de não conseguir observar todos os eventos ao mesmo tempo” (CLEMENT, 2000).

A Avaliação Diagnóstica foi aplicada como uma avaliação que abordava os conteúdos conceituais e aplicações simples do MC (Anexos I e II). A coleta de dados por meio da avaliação diagnóstica foi feita em sala de aula, de forma escrita, individual, sem consulta e com intervalo de tempo de 1:20h para resolução. Os alunos foram orientados a responder com seriedade e a apresentar suas ideias com a maior riqueza de detalhes possível.

Foi implementado a UEPS na turma de 18 alunos do curso técnico de Química, do Instituto Federal do Rio de Janeiro, no Campus Rio de Janeiro, da disciplina de Física IV (alunos com idades entre 15 e 17 anos). No Curso Técnico do IFRJ o conteúdo programático de Movimento Circular não é apresentado aos alunos até o curso de Física IV, onde o é apresentado com o intuito de aplicar de forma ampla ao curso de Ondas. Num segundo momento, o conceito de MCU também é apresentado para a introdução em Física Quântica, onde os níveis de energia de um átomo hidrogenóide, assim como os raios das órbitas permitidas, podem ser obtidas.

Os alunos foram divididos em grupos separados seguindo os seguintes critérios apresentados por Vieira (2018):

- 1) os alunos são organizados em grupos de 3, 4 ou 5 componentes. Não há critérios impostos pelo professor para a escolha da formação dos grupos de trabalho.
- 2) apresentação da situação-problema aos grupos de trabalho, imediatamente antes da realização da atividade experimental.
- 3) realização da atividade experimental.

Assim, no segundo momento os alunos foram divididos em 6 grupos de 3 alunos, e foi realizada uma análise comportamental por meio de observações semiestruturadas, *in loco*. As observações foram realizadas pelo pesquisador em conjunto com o professor orientador.

Na aula seguinte a montagem experimental os alunos foram encorajados a relatar as observações realizadas nos experimentos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A turma QM141 (Fig. 12) está, há alguns semestres, sob a responsabilidade do Professor Orientador, que gentilmente cedeu as diversas horas de intervenção junto aos alunos, durante a pesquisa. A turma tem aulas de Física às quintas-feiras e aos sábados, das 7:00h às 8:30h.

Na primeira abordagem foi iniciada uma conversa de esclarecimentos sobre o que é uma pesquisa e a questão da bioética em pesquisa, seguida as recomendações e as Normas das Resoluções CNS⁸ nº 466/12 e nº 510/16. Também foi garantido o sigilo da informação e a desistência na participação. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido encontra-se no Anexo I.

No que se segue, foi feito o levantamento das concepções prévias, ou seja, a avaliação diagnóstica (Anexo I e II), em sala de aula, como descrito anteriormente: de forma escrita, individual, sem consulta. Os alunos foram orientados a responder com seriedade e a apresentar suas ideias com a maior riqueza de detalhes possível.

Os resultados da avaliação diagnóstica possibilitaram o desenvolvimento do “fio condutor” para o desenvolvimento do projeto. Destacamos as perguntas iniciais do primeiro questionário, com 4 itens:

1. Você tem uma ou mais atividades ou ajuda/trabalha? Explique

Esta pergunta pode lançar luz para as respostas seguintes. Em muitos casos as concepções prévias são revestidas de significados e/ou exemplos, meramente simbólicos ou não, que auxiliam em tomadas de decisões. Algumas respostas fugiam ao escopo desta dissertação, como as respostas “meu hobby é dormir” ou “não fazer nada”. No entanto, 15 respostas foram divididas e serão sintetizadas:

Jogos digitais (seja vídeo game, seja jogo de aplicativo): 8 respostas

Estar conectado nas mídias sociais: 9 respostas

Assistir a filmes: 3 respostas

Trabalhar na oficina: 2 respostas

Maker: 2 respostas

Ir a praia: 3 respostas

⁸ Conselho Nacional de Saúde. Essas resoluções regem a ética na pesquisa que envolvem os seres humanos e são os pilares para as análises dos comitês de ética em pesquisa. Apesar desta pesquisa ter seguido rigorosamente as instruções das resoluções, não houve tempo para apreciação junto ao CEP institucional.



Fig. 12: Apresentação do ambiente de aplicação do produto.

“dar um rolezinho”: 2 respostas

Trabalhar com os pais: 1 resposta

2. Se sua(s) atividade(s) de ajuda/trabalho estiver(em) relacionada(s) às mídias sociais, descreva alguma(s) atividade(s) de lazer e/ou esportiva que você faz.

Pôr os alunos a pensar o mundo real em movimento. A atual geração está sempre conectada e com o *smartphone* pronto para uma selfie, um flagrante, responder a uma mensagem. Nesse ponto jogamos luz ao mundo real, normalmente fora da zona de conforto de alguns. 11 alunos responderam, dos quais os 9 que tinham citado como hobby “estar conectado as mídias sociais” inseridos 2 alunos ligados “assistir a filmes”. As 11 respostas foram: 3 - ir a praia; 1 - passear no boulevard Olímpico; 1 – visitar museu; 2 – jogar futebol; 2 – ir ao shopping; 1 – dançar; 1 – “estar conectado as mídias sociais”.

Tais respostas mostram o quão distante podem estar os conceitos da Física dos jovens atuais. Como não houve nenhuma contribuição muito significativa para a linha desta dissertação, desconsideramos esta questão para uma análise mais profunda que pudesse nortear a escolha dos vídeos motivadores.

3. Em algum momento de sua vida estudantil você teve contato com a Física do Movimento Circular? Se sim, quando?

14 respostas afirmativas, sendo 11 ligadas ao 9º ano do Ensino Fundamental e 7 ligadas ao preparatório (que foi descrito como pré-técnico). Alguns alunos deram as duas respostas. É comum alguns alunos terem contato com o Movimento Circular no 9º ano. Principalmente aqueles que fizeram preparatório para as provas dos Institutos Federais, Pedro II e escolas militares. Poucos são os que não tiveram nenhum tipo de contato com o tema. Observamos que, nestes casos, os alunos são oriundos, em sua maioria, de escolas municipais e não realizaram o preparatório.

4. Cite, ao menos, 3 exemplos de movimento circular.

Neste item é quase unânime ter a bicicleta, com 17 citações, como um exemplo de movimento circular. Algumas respostas foram orientadas para sistema mecânico (carro

e motores com 2 citações e locomotiva ou trem com 3 citações), eletromecânico (ventilador – 5 citações), eletrônicos (carrinhos e cooler: 4 citações), movimento orbital (átomo hidrogenóide e movimento planetário). É importante ressaltar que as 5 respostas que estavam associadas ao movimento planetário estavam associadas aos alunos que já participaram da Olimpíada Brasileira de Astronomia. Os 8 exemplos ligados ao átomo hidrogenóide tem relação com a disciplina de Química Inorgânica, que é ministrada no semestre anterior ao de Física. Também foram citados os antigos rolos de filmes, para projeção cinematográfica (3 citações), a Estação Espacial Internacional e os satélites (2 citações cada), engrenagem de impressora 3D, moinho de água (1 citação cada). Apesar de terem sido solicitados 3 exemplos, foi comum encontrar 2 exemplos apenas. Em somente 1 questionário não havia nada escrito e em outro continha somente 1 exemplo (da bicicleta). Ressalta-se que o questionário em branco pertencia ao mesmo aluno que informara na questão anterior que não tinha tido contato.

Em seguida foi explicado que o segundo questionário era mais simples, onde a maioria das respostas eram objetivas com Sim/Não seguido de explicação. Foi entregue o Anexo II. Abriu-se uma roda de conversa para que ocorresse uma interação entre os alunos e o professor. Durante a roda de conversa os alunos experimentaram compartilhar suas experiências sobre movimento circular e a ligação que o conceito tinha com o mundo que o cerca.

Os estudos de Vygotsky levaram-no a estabelecer, não apenas o limite inferior, chamado nível de desenvolvimento real – quando o sujeito resolve sozinho uma tarefa – mas, também, um superior, nível de desenvolvimento potencial – quando o sujeito resolve problemas com a ajuda do professor ou de colegas experientes, compondo o sistema conceitual da Zona de Desenvolvimento Proximal - ZDP.

As informações obtidas nos questionários foi um norte para o encontro seguinte. Para introduzir o problema que norteia o desenvolvimento do projeto, os alunos são estimulados com situações do cotidiano, que, casualmente, são tão comuns que podem passar despercebidos. Algumas situações simples e outras mais complexas. No entanto, não foi direcionado nem alardeado cada caso, como será apresentado a seguir. Ressalta-se da importância em fazer com a máxima distinção a próxima fase. Para que cada aluno tenha motivação para participar, o professor “provoca” a discussão com perguntas motivadoras, sendo a “alavanca do conhecimento”.

4.1 Explorando o movimento circular conhecido:

Em algumas instituições é fácil levar um equipamento de porte “grande” para demonstrações. Porém, isso não é regra. No entanto, em outras instituições é possível fazer uma exibição, seja de simulação, seja de vídeo, que introduza um tema. No IFRJ o ambiente tecnológico propicia tanto um quanto o outro. Neste trabalho, seguimos a estrutura de exibição de vídeos mudo (sem o som), que foram obtidos na plataforma Youtube, onde existe uma infinidade de vídeos que auxiliam na apresentação dos mais diversos tópicos de Física complementada com uma simulação, apresentada mais adiante, obtida no PhET Simulações Interativas da Universidade de Colorado Boulder (https://phet.colorado.edu/pt_BR/). Também, na infraestrutura institucional do IFRJ há a liberação de rede Wi-fi para os alunos, o que permitiu a cada aluno realizar as simulações, primeiro, individualmente e depois em grupo.

Durante a exibição do primeiro vídeo, o professor foi o principal “provocador” de discussões sobre o que se estava assistindo.

Perguntas simples como “o que podemos notar neste vídeo?” “como observamos os conceitos de interesse?” do professor “alavanca”, como apresentou Vygotsky dentro do conceito de ZDP, para iniciar uma discussão de conceitos. As perguntas iniciais sempre eram mais simples. Ao passar do tempo, os alunos, que poderíamos denotar por “mais capazes” começaram a guiar as discussões, tendo o professor um papel de ajustar os termos utilizados para o linguajar coloquial e científico (como polia, roldana, acoplamento), assim como ordenar eventual distorção de conceitos.

As escolhas dos vídeos têm como origem as concepções prévias em que os alunos apresentaram exemplos de mecanismos ou fenômenos em que percebiam o movimento circular (Anexos II e III). Foram escolhidos 7 vídeos, como descrito mais abaixo. É importante ressaltar que um dos alunos é cinéfilo e seu conhecimento da arte do cinema tem influência em dois de seus colegas. Também é importante ressaltar que dois alunos trabalham em oficinas, com seus pais. Ressaltam-se os fatos pois há fortes indícios de que as respostas escritas permeiam e orientam as escolhas dos vídeos.

O primeiro vídeo (Fig. 13) trata de um equipamento conhecido por todos: a bicicleta. O vídeo apresenta o ciclista a bicicleta e demonstra, algumas relações específicas de *mountain bike*, sobre o número de dentes da ‘coroa’, o tipo de pedalada que pode ter, e o desenvolvimento de velocidade. É um vídeo curto, mas provocador.

https://www.youtube.com/watch?v=M19Ojbl2uaw

YouTube BR

how bike works animation

Próximo

REPRODUÇÃO AUTOMÁTICA

How To Change The Gears On Bicycle. Correct Shifting +...

SickBiker

1,4 mi de visualizações • 3 anos atrás

13:37

How You Should Be Changing Gears on Your Bike/Bicycle

Sports Shack

39 mil visualizações • 1 ano atrás

5:07

Dream Builds: Satchel Cronk's Santa Cruz Megatower

Bike Magazine

2,4 mi de visualizações • 2 meses atrás

24:23

5 Essential Skills Every Cyclist Should Learn

Global Cycling Network

664 mil visualizações • 1 ano atrás

8:38

Air Powered Bike

Tom Stanton

Recommended for you

19:01

Bicicleta barata Vs. Super Bike | Qual é a diferença?

Global Cycling Network

8,5 mi de visualizações •

CHEAP VS SUPER BIKE

How Do Bicycle Gears Actually WORK?

399.620 visualizações • 10 de mai. de 2018

3,9 MIL 278 COMPARTILHAR SALVAR

Fig. 13: Vídeo introdutório sobre a bicicleta do tipo mountain bike. (fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=M19Ojbl2uaw>)

⁹ O áudio está em inglês, mas no vídeo auxiliar <https://www.youtube.com/watch?v=bq867ORv1Fo> é apresentado, em português, uma rápida evolução da mountain bikes, do sistema de 3 cores para a de uma única cora.

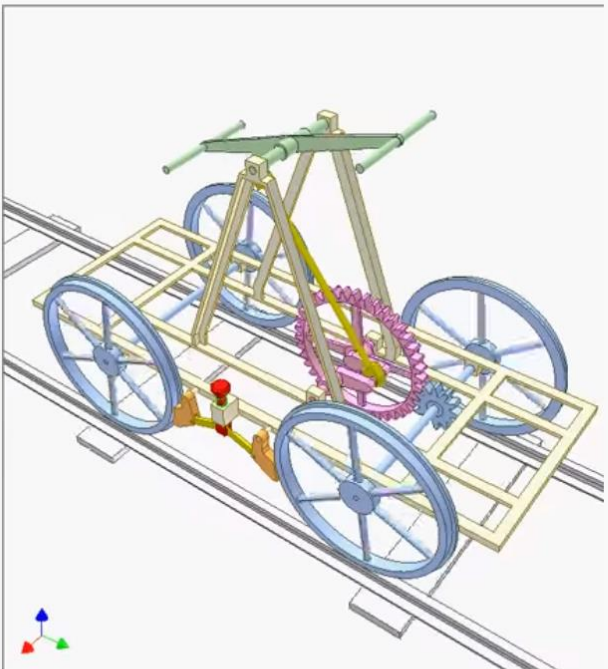
O que se seguirá é uma descrição da conversa entre alunos. As perguntas típicas dos alunos, foram: Aluno A “o que são esses números?” e Aluno B “eu posso explicar isso professor?”. O aluno B explicou ao aluno A que “o número de dentes da cora ajuda na dificuldade do ciclista pedalar. O número de dentes do pião (ou catraca) ajuda na velocidade do ciclista. Não é isso professor?”. O aluno C afirma “não entendi nada!”. O aluno D argui “Estamos aqui para aprender como uma bicicleta fica mais rápida?”. O aluno B intervém novamente e diz “perceberam que tudo está ligado ao Movimento Circular?”. Após alguns longos segundos de silêncio, com o fim do vídeo o professor interfere e corrobora com o aluno B, ao afirmar que o Movimento Circular está no centro da discussão.

Esta fase do trabalho seguiu como indicado por Leite e Afonso (2001) que apresentam uma estrutura em quatro fases, cujo início está na seleção do contexto problemático, onde o professor começa por identificar um contexto problemático que seja virtualmente capaz de gerar múltiplos problemas e questões que motivem e interessem aos estudantes. Todo material de apoio é revelado nesse momento e, mais ainda, todos são incentivados a buscarem materiais extras que possam auxiliar. A contextualização surge através de vídeos, hoje facilmente obtidos na plataforma youtube que atendam aos desígnios.

Com mais de 500 exemplos o site <https://www.youtube.com/watch?v=Rb37-daSLQ4&list=PLhoXNQqrCmEfAaTf0AfQ1Ztxmz2DoZiCk> apresenta um leque de opções com vídeos curtos, de no máximo 40 segundos, e que podem ser selecionados de acordo com os conhecimentos prévios. É importante ressaltar que os vídeos são transmitidos sem o áudio e os alunos são provocados a interagir. A cada interação o vídeo é interrompido para promover o diálogo, o confronto entre ideias e conceitos e o debate entre eles. Foram selecionados 6 exemplos. Abaixo são apresentadas 6 figuras (Fig. 14 a Fig. 19) que correspondem aos 6 exemplos:

→ ↻ 🔒 <https://www.youtube.com/watch?v=ZpnMvKxk4lw&list=PLhoXNQrCmEfAaTf0AfQ1Ztxmz2DoZiCk&index=423> ☆ 📑 Não sincronizando








☰ YouTube BR Pesquisar 🔍 📺 🗃️ 🔔 9+

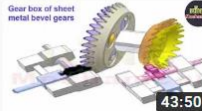


Railway hand car
85.051 visualizações • 1 de set. de 2014

👍 372 🗨️ 3 ➡️ COMPARTILHAR 📌 SALVAR ⋮

Mechanisms
Noah Posner - 423 / 508

- 380  **Vibration table 1**
thang010146 0:17
- 381  **In-line reciprocator**
thang010146 0:22
- 382  **Pump with eccentric ring 1**
thang010146 0:18
- 383  **Chain drive 3E**
thang010146 0:13
- 384  **Pump of three shafts**
thang010146 0:18
- 385  **Keeping direction unchanged during motion 15**
thang010146 0:21
- 386  **Pump with rollers 1**
thang010146

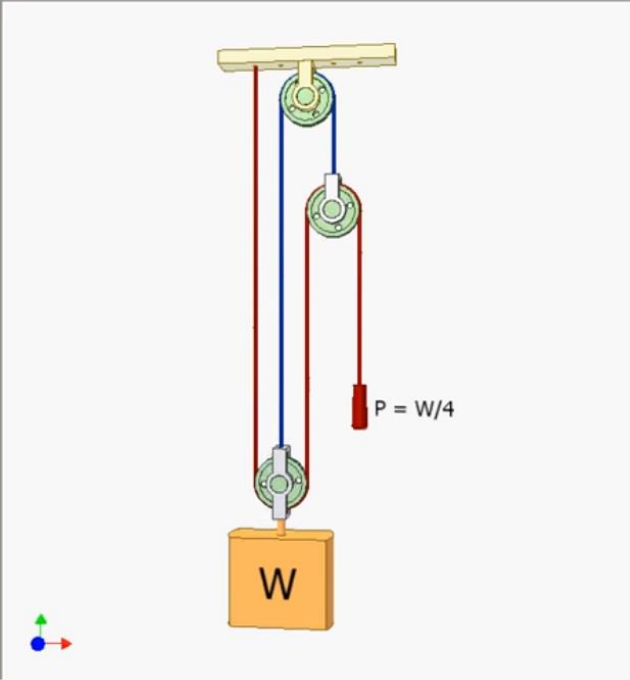
 **The principle of simple mechanisms - animation 35**
KING MECHANICAL
46 mil visualizações • 1 ano atrás
43:50

🔴 Ótimo! Como fazer um guia

Fig. 14. Carro sobre trilho a manivela

→ ↻ 🔒 https://www.youtube.com/watch?v=_1mvNDrcymk&list=PLhoXNQqrCmEfAaTf0AfQ1Ztxmz2DoZiCk&index=372 ☆ ⚙ Não sincronizando

☰ YouTube BR Pesquisar 🔍



The diagram shows a cable drive system. A yellow horizontal bar is fixed at the top. A green pulley is attached to this bar. A red cable is attached to the bottom of this pulley, goes down, loops around a second green pulley, goes up, loops around a third green pulley, and then goes down to a red handle labeled $P = W/4$. A blue cable is attached to the top of the second pulley, goes up, loops around the top pulley, goes down, loops around the third pulley, and then goes down to a yellow weight labeled W . A small 3D coordinate system is visible in the bottom left of the diagram area.

Cable drive 19
59.022 visualizações • 15 de set. de 2013

👍 120 🗨️ 1 ➦ COMPARTILHAR ➦ SALVAR ...

Mechanisms
Noah Posner - 372 / 508

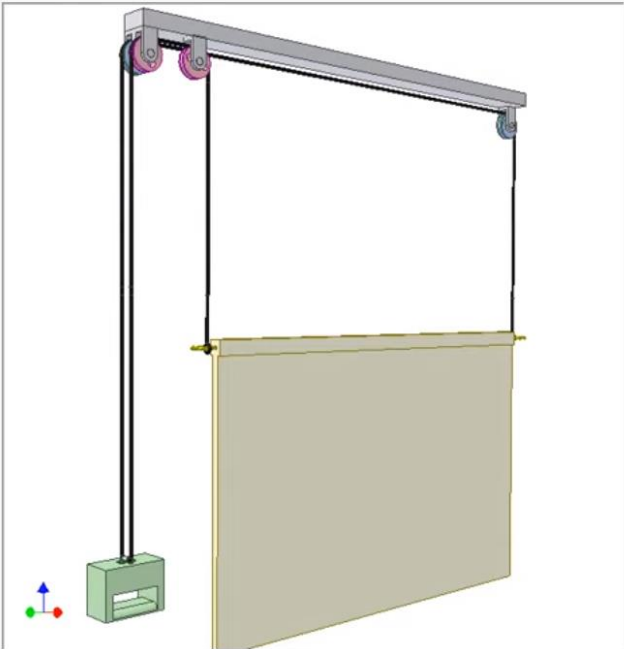
- 467 Liquid dispenser 3 thang010146 0:17
- 468 Keeping direction unchanged during motion 19 thang010146 0:27
- 469 Machine tool fixture 31 thang010146 0:22
- 470 Lazy tong 3 thang010146 0:18
- 471 Universal joint 2 thang010146 0:17
- 472 Friction cone variator 2 thang010146 0:27
- Oval gear 3c

Gear box of sheet metal bevel gears
The principle of simple mechanisms - animation 35
KING MECHANICAL
46 mil visualizações • 1 ano atrás
43:50

Fig. 15. Acoplamento de polias.

← → ↻ 🔒 <https://www.youtube.com/watch?v=xTALILtw-GI&list=PLhoXNQqrCmEfaATf0AfQ1Ztxmz2DoZiCk&index=504> ☆ ☆ Não sincronizando

☰ YouTube BR Pesquisar 🔍 📺 🗃️ 🔔 99











Counterbalance for board

46.221 visualizações • 19 de nov. de 2016

👍 184 🗨️ 4 ➔ COMPARTILHAR ➕ SALVAR ⋮

Mechanisms
Noah Posner - 504 / 508

- 501  Pull down snail 1
thang010146 0:23
- 502  Counterbalance bar system
thang010146 0:32
- 503  Positioning device 14
thang010146 0:27
- ▶ 504  Counterbalance for board
thang010146 0:36
- 505  Toy rotation flower
thang010146 0:17
- 506  Mechanism for drawing heart shape 1
thang010146 0:21
- 507  Mechanism for drawing heart shape 3
thang010146

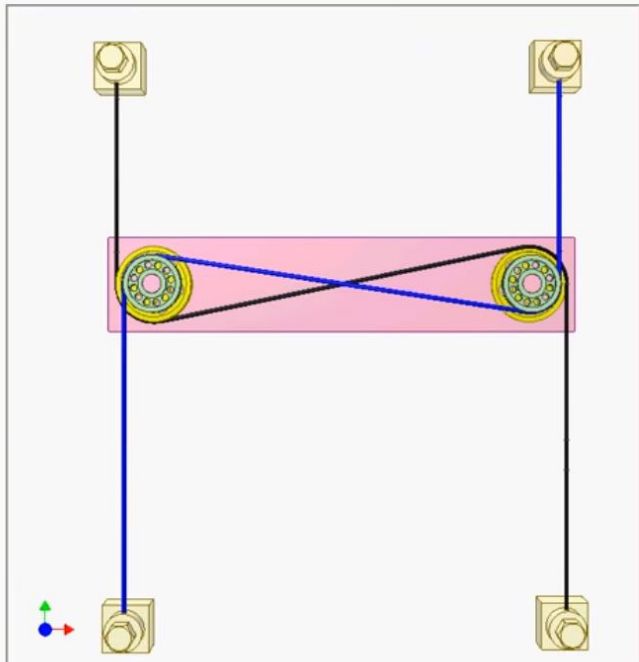
 Ferramentas para dobradeiras
Sos Laser Sos Laser
748 mil visualizações •
2 anos atrás 10:42

⏮ | | ⏭ Mix - thana010146

Fig. 16. Acoplamento de polia para abrir portão ou levantar e abaixar tela

← → ↻ 🔒 <https://www.youtube.com/watch?v=JkqfoA5LXR4&list=PLhoXNQqrCmEfAaTf0AfQ1Ztxmz2DoZiCk&index=281> ☆ ☆ Não sincronizando

☰ YouTube BR Pesquisar 🔍










Cable drive 5

97.480 visualizações • 3 de set. de 2013

👍 188 💬 0 ➦ COMPARTILHAR ➦ SALVAR ⋮

Mechanisms
Noah Posner - 281 / 508

- 126  0:14 thang010146
- 127  0:14 Schmidt coupling thang010146
- 128  0:18 Vibrating screen machine 5 thang010146
- 129  0:14 Cable drive 23 thang010146
- 130  0:27 Internal and external gears thang010146
- 131  0:17 Rotary key clutch thang010146
- 132  0:17 Ratchet mechanism 5 thang010146


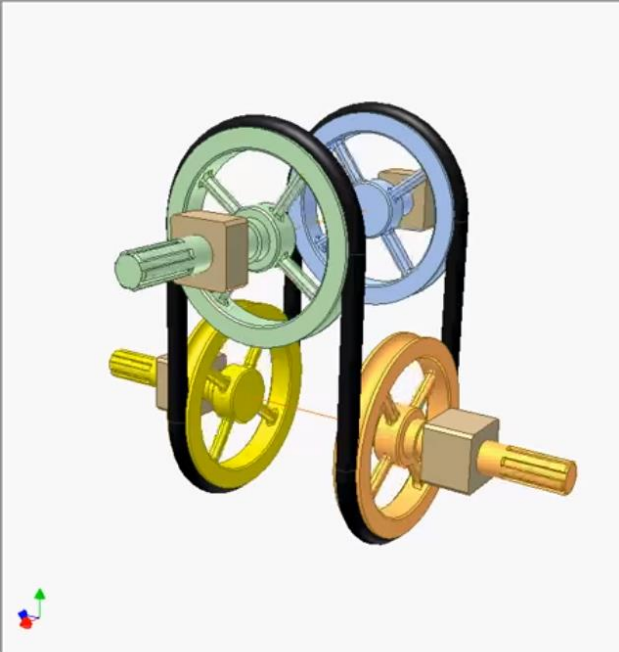
 **The principle of simple mechanisms - animation 13**
KING MECHANICAL
153 mil visualizações • 1 ano atrás

Fig. 17. Deslocamento de uma barra fixa por acoplamento de polia. Sistema utilizado em impressoras 3D

← → ↻ 🔒 <https://www.youtube.com/watch?v=tzg6DS9rNjc&list=PLhoXNQqrCmEfAaTf0AfQ1Ztxmz2DoZiCk&index=224> ⭐ ⭐ Não sincronizando








☰ YouTube BR Pesquisar 🔍 📺 🗃️ 🔔 9+



Belt drive 4a
200.054 visualizações • 17 de ago. de 2013

👍 365 🗨️ 5 ➔ COMPARTILHAR 📌 SALVAR ⋮

Mechanisms
Noah Posner - 224 / 508

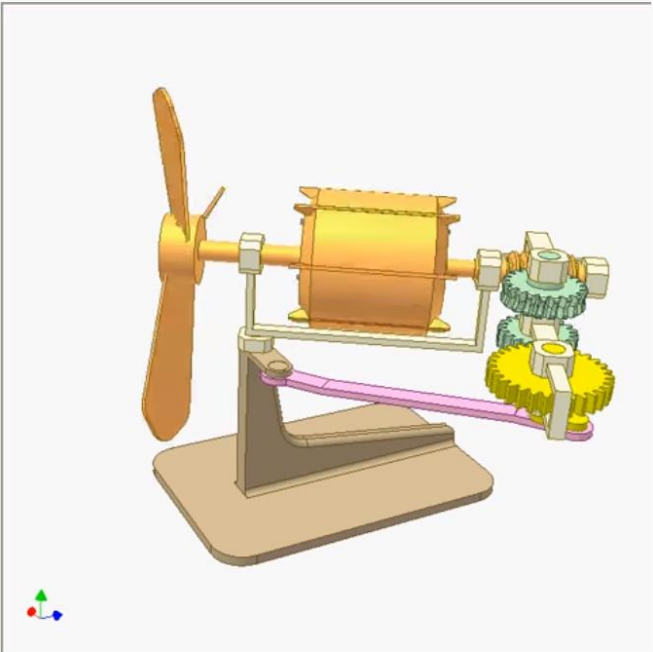
- 238  **transmission with multiple gear**
thang010146 0:17
- 239  **Four bar linkage 7**
thang010146 0:31
- 240  **Jig for milling inner cylindrical surface**
thang010146 0:27
- 241  **Study of parallelogram mechanism 1a**
thang010146 0:22
- 242  **Chain drive 2E**
thang010146 0:16
- 243  **Toggle linkage 1b**
thang010146 0:15
- 244  **Gear and linkage mechanism 13**
thang010146

HOMEM DE FERRO - Iron Man
Alexandre Bigunas ✓
Recommended for you 18:27

Fig. 18. Acoplamento para mudança de eixo de rotação

← → ↻ <https://www.youtube.com/watch?v=lusvDse493g&list=PLhoXNQqrCmEfAaTf0AfQ1Ztxmz2DoZiCk&index=288> Não sincronizando

☰ YouTube BR Pesquisar 🔍 📺 🗃️ 🔔 9+










Fan swinging device

111.554 visualizações • 17 de abr. de 2012

👍 320 💬 10 ➔ COMPARTILHAR ➕ SALVAR ⋮

Mechanisms
Noah Posner - 288 / 508

- 285  thang010146 0:27
- 286  Friction cone variator 4 thang010146 0:34
- 287  Slider crank mechanism with eccentric thang010146 0:31
- ▶  Fan swinging device thang010146 0:27
- 289  Satellite Bevel Gear 8 thang010146 0:14
- 290  Cable drive 22 thang010146 0:21
- 291  Cable adding mechanism thang010146


 The principle of simple mechanisms - animation 35 KING MECHANICAL 46 mil visualizações • 1 ano atrás 43:50

Fig. 19. “por dentro de um ventilador”: os acoplamentos que permitem o ventilador mudar a direção do vento.

Ao longo da exposição, as interações ocorreram e foram levantadas algumas questões como: “É assim que funciona o portão da garagem do meu prédio?” (referência a Fig. 16), “a impressora 3D do professor de Orgânica usa essas coisas (referência a Fig. 17)” e “legal! Já vi o ventilador aberto e funcionando. É igualzinho” (Referência a Fig. 19).

Nas fases que se seguem, Leite e Afonso (2001) orientam para que os estudantes sejam confrontados com o contexto do problema e formulem questões sobre os três aspectos:

- a) O que já sei / já me é familiar?
- b) O que não sei / não compreendo / nunca ouvi falar?
- c) O que gostaria de saber / aprofundar sobre este assunto?

O que se segue são as primeiras discussões sobre o tema e sua relevância. Nesta fase o professor, atuando como parceiro mais capaz, orientou as colocações iniciais para que não haja conclusões que levem a um caminho para além do objetivo. Permitindo, assim, uma interdependência entre o conceito a ser estudado e a abordagem já executada, também cuidando da cronologia da resolução do problema.

A terceira fase reveste-se da separação dos grupos, estruturação das tarefas e estratégias para resolução dos problemas com os quais se confrontam. Neste momento as questões a), b) e c), apresentadas anteriormente, se tornam relevantes.

A implementação da estratégia passa pela montagem dos kits. Experimentos simples, porém, de grande abrangência, de acoplamento de polias, roldanas e engrenagens. Para aplicação desta metodologia foi utilizado o kit da Modelix¹⁰.

4.2 Usando o kit

As ferramentas descritas abaixo (Tab. 1) são apresentadas aos alunos, de forma que eles reconheçam cada uma delas pelo nome e que auxiliem na execução dos projetos.

Para realizar a montagem do projeto, cada aluno do grupo trabalhou em uma função específica. Ao utilizar esta ferramenta é possível, segundo Seymour Papert (2008), criar um ambiente de aprendizagem onde o conhecimento não é simplesmente passado de pessoa para pessoa, mas, onde o aluno possa interagir com os objetos, desenvolvendo outros conceitos. Ao final do processo, a ênfase não é dada para o produto, mas ao caminho pelo qual atinge os seus objetivos.

¹⁰ Os kits Modelix

Tabela 1: Ferramentas e peças utilizadas

Chave Philips
Chave de boca 7 mm
Viga de plástico 3D 7 furos
Viga de plástico 3D 5 furos
Polia 30mm
Polia 60mm
Engrenagem 60 dentes
Hélice
Elástico
<i>O- ring</i>
Parafuso 20mm
Porca sextavada
Eixo quadrado 120mm
Eixo quadrado 60mm
Mancal 5 furos
Cantoneiras 4 furos

O projeto em si era: “Montar um sistema com acoplamento de engrenagens onde uma delas gire mais rápida que a outra e as hélices, solidárias as engrenagens, rodem uma mais rápida que a outra, conforme se gira uma única alavanca”

Após o reconhecimento das peças cada grupo recebeu uma orientação mínima para montar o sistema de acoplamento de polias no que abrigava a instrução:

“Monte um sistema de polias/engrenagens acopladas de forma que duas hélices possam girar e uma ter uma velocidade diferente da outra.”

Havia um modelo (Fig. 20) oculto aos grupos que poderia servir de base se houvesse necessidade. Contudo, não houve necessidade de apresentar.

O tempo reservado para essa fase foi de 1:30h, onde os alunos tiveram como aliadas a criatividade e a inovação.

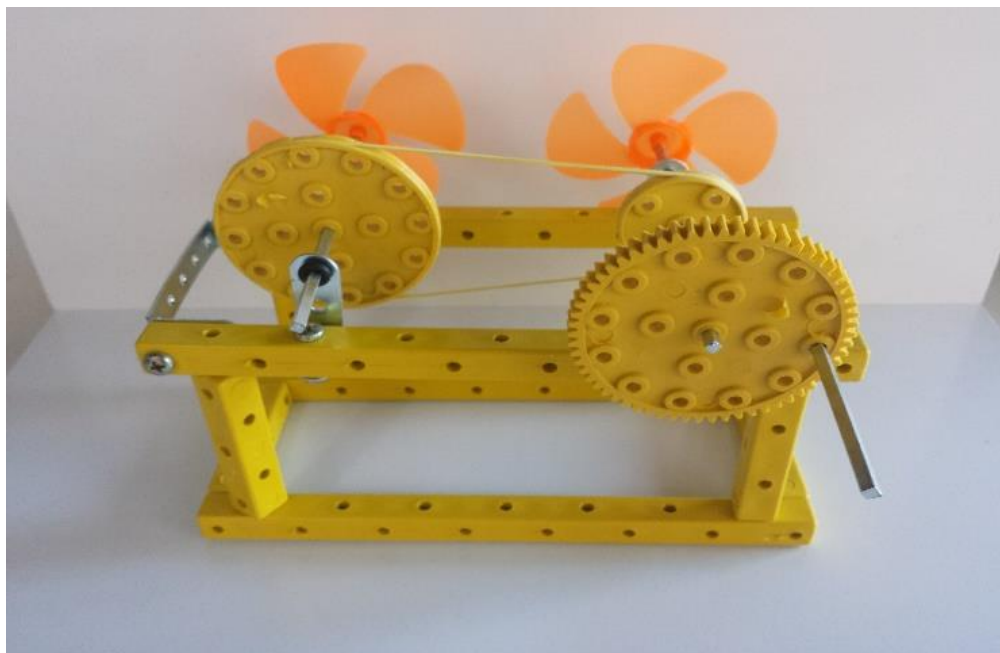


Fig. 20: Acoplamento de polias. Análise da velocidade das hélices em função do tamanho da polia

É importante relatar que o “terror inicial” de se desenvolver o equipamento dissipou-se em pouquíssimos minutos conforme os membros dos grupos interagiam e abraçavam o desafio. Surpreendentemente, a rapidez com que os projetos foram executados e as diferenças e inovações entre eles estavam além das expectativas.

As Figuras que se seguem representam as soluções encontradas por cada grupo. Ao longo das montagens, conforme solicitado, eram dadas ‘pequenas dicas’, mas sem interferir diretamente na criatividade nem nas conclusões. Praticamente todas tinham a finalidade de entender o manejo das peças. Após a montagem houve uma orientação sobre quais eram as consequências da montagem no que tange a velocidade das hélices e o a intensidade do “vento” por elas geradas. No que segue, abaixo há uma síntese do resultado.

Nas Figuras 21 a e 21 b (fotografia em ângulos diferentes) os alunos acoplaram duas polias por um elástico e os eixos das polias se prolongaram, de tal sorte que as hélices foram postas nas extremidades. No prolongamento oposto do eixo da polia maior foi adicionada uma polia centrada e uma haste na extremidade, que era usada como manivela. A polia maior girava a uma velocidade enquanto a polia menor girava a uma velocidade superior, sendo percebida das hélices.

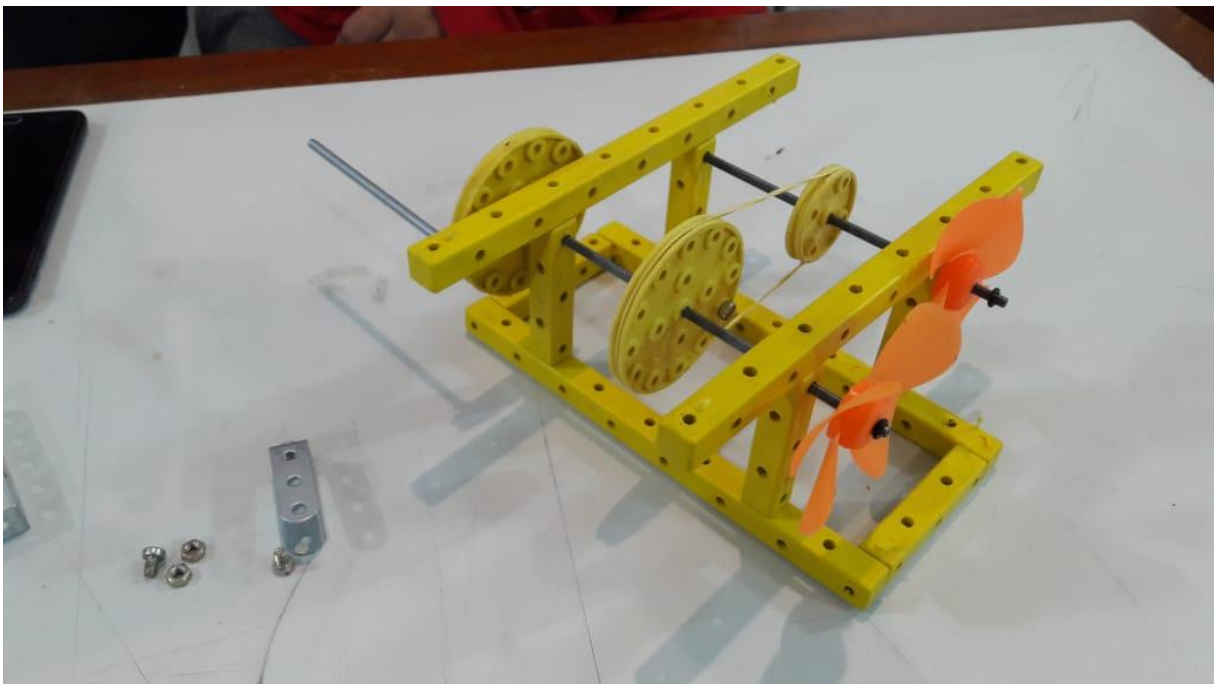
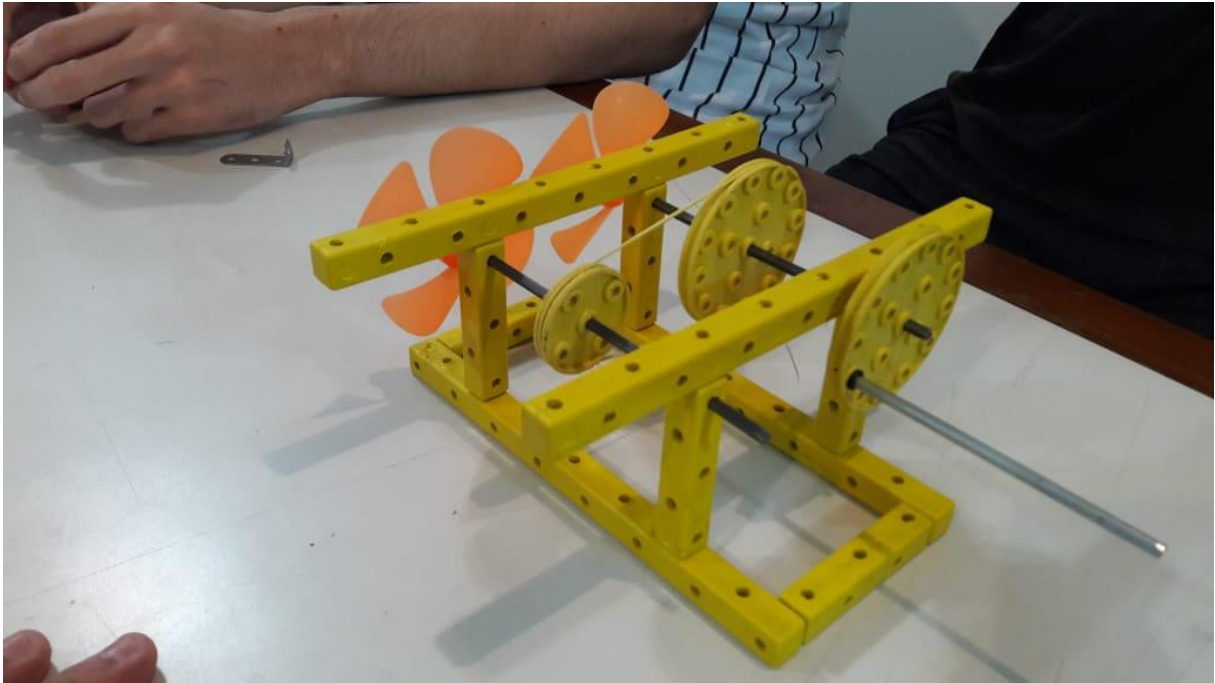


Fig. 21: a- Figura superior: fotografia obtida pelo lado da manivela; b – Figura inferior: fotografia obtida pelo lado das hélices

O grupo 2 desenvolveu um sistema que se assemelha ao do grupo 1 e pode ser observada na Fig. 22

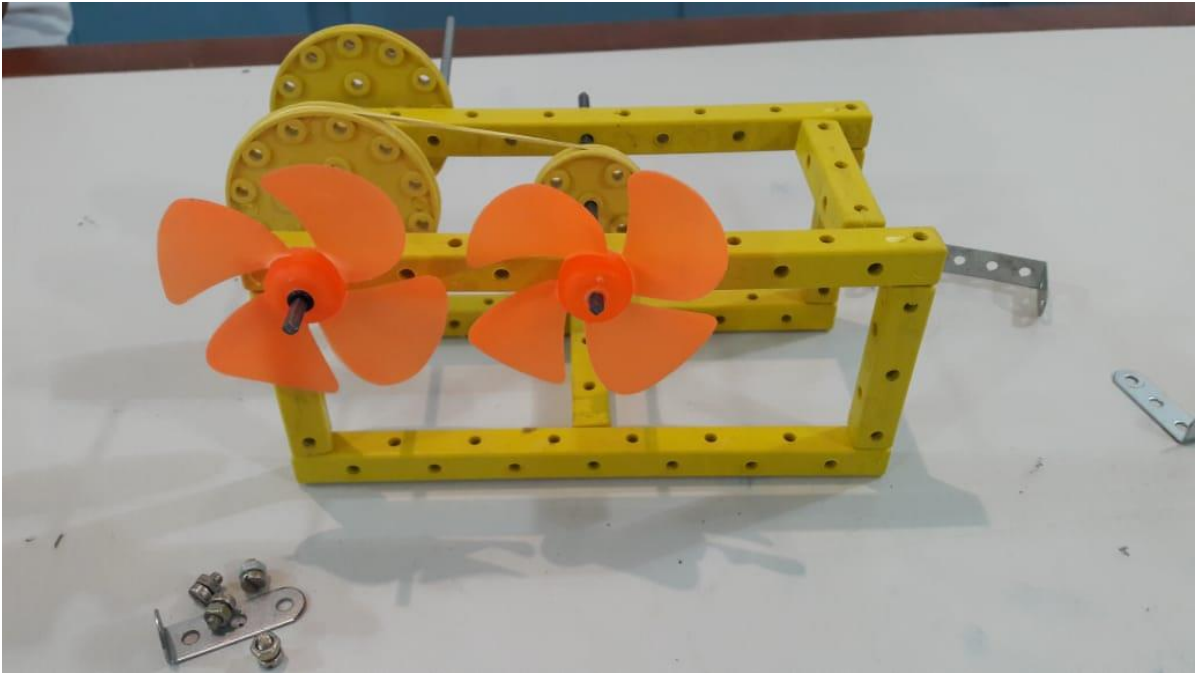


Fig. 22. Sistema de acoplamento desenvolvido pelo grupo 2

A Fig. 23 representa um sistema de acoplamento com engrenagens de diâmetros diferentes, desenvolvida pelo grupo 3. A polia à direita foi usada como manivela.

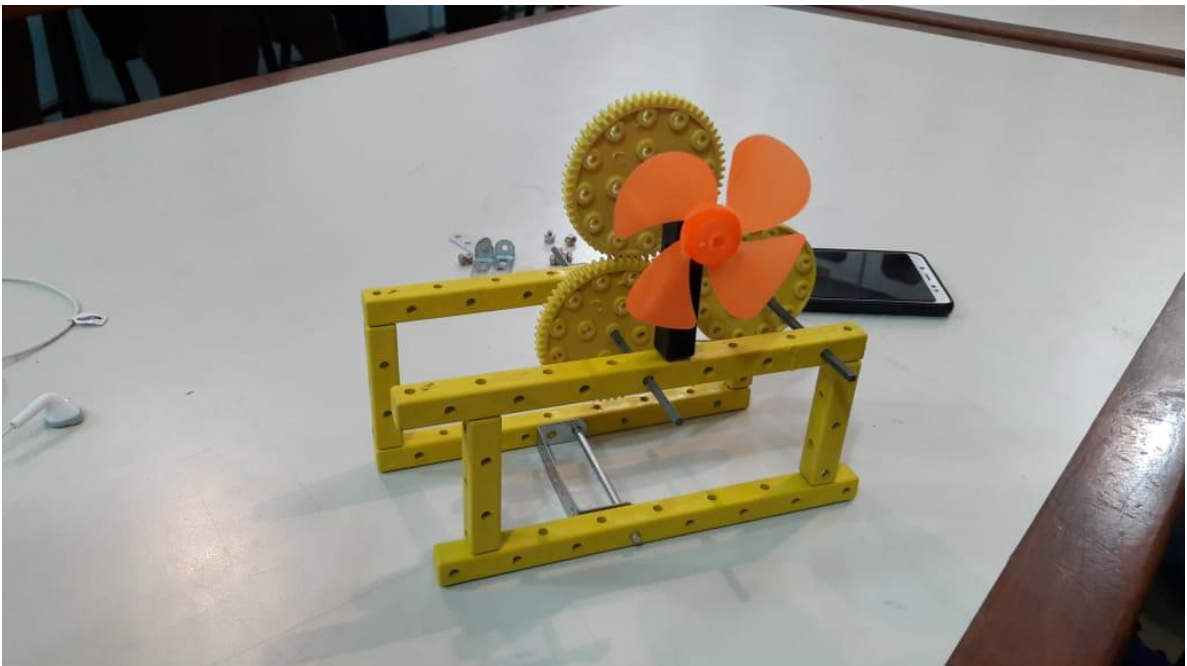


Fig. 23. Sistema de acoplamento de polias e engrenagens desenvolvido pelo grupo 3

Um elástico acoplava essa polia a uma polia de diâmetro menor (não observado na fotografia), cujo eixo era solidário a engrenagem inferior, que por sua vez estava em contato com a engrenagem superior. A hélice estava conectada a engrenagem superior.

A engrenagem mais externa ao conjunto, na montagem do grupo 4 e representada na Fig. 24, era utilizada como (nas palavras de um integrante do grupo) “círculo da manivela. A engrenagem está acoplada a engrenagem de dentro e as duas, por terem o mesmo tamanho, tem a mesma velocidade quando se gira a manivela. Atrás da engrenagem ‘de dentro’ fica a polia pequena, no mesmo eixo. A polia pequena está ligada a uma polia grande que acaba tendo uma velocidade muito maior que a velocidade da manivela”



Fig. 24. Sistema de acoplamento de polias e engrenagens desenvolvido pelo grupo 4

Os três alunos que compunham o grupo 5 não tinham tido, até o presente trabalho, nenhum contato com os conceitos de Movimento Circular. Os 3 eram oriundos de outro curso e foram integrados a turma nesse período. O sistema que eles desenvolveram é apresentado na Fig. 25 e pode ser descrito como “um acoplamento de 4 polias”, como apresentado por um dos integrantes, que seguiu com a explicação de que “a manivela está numa polia grande, como na coroa da bicicleta” [parte superior da figura]. “A polia grande está ligada a polia pequena”

[praticamente à mesma altura da polia grande] “pelo elástico. O eixo da polia pequena tem uma hélice, do lado da polia pequena tem outra” [elas estão em paralelo e não é perceptível na figura], “de mesmo tamanho e tem outro elástico acoplando a polia pequena a outra polia grande” [que está na parte de baixo da figura]. “A hélice da parte de baixo gira muito mais rápido que a hélice da parte de cima”.



Fig. 25. Sistema de acoplamento de polias e engrenagens desenvolvido pelo grupo 5

Por fim, a montagem do grupo 6 está representado na Fig. 26. O sistema não está com o suporte e precisava ser “segurado ao ar” para demonstrar a eficácia: é composto de uma manivela ligada a uma engrenagem, que tem seu eixo ligado a uma polia. Um elástico acopla esta polia a uma outra polia que fica em um eixo paralelo. Ambas as polias têm o mesmo diâmetro o que permitiu ao grupo inferir que “como as polias são do mesmo tamanho, entre elas, e do mesmo tamanho da manivela, a velocidade da manivela é a velocidade das duas polias. Quando colocarmos as duas hélices todo mundo terá a mesma velocidade”.

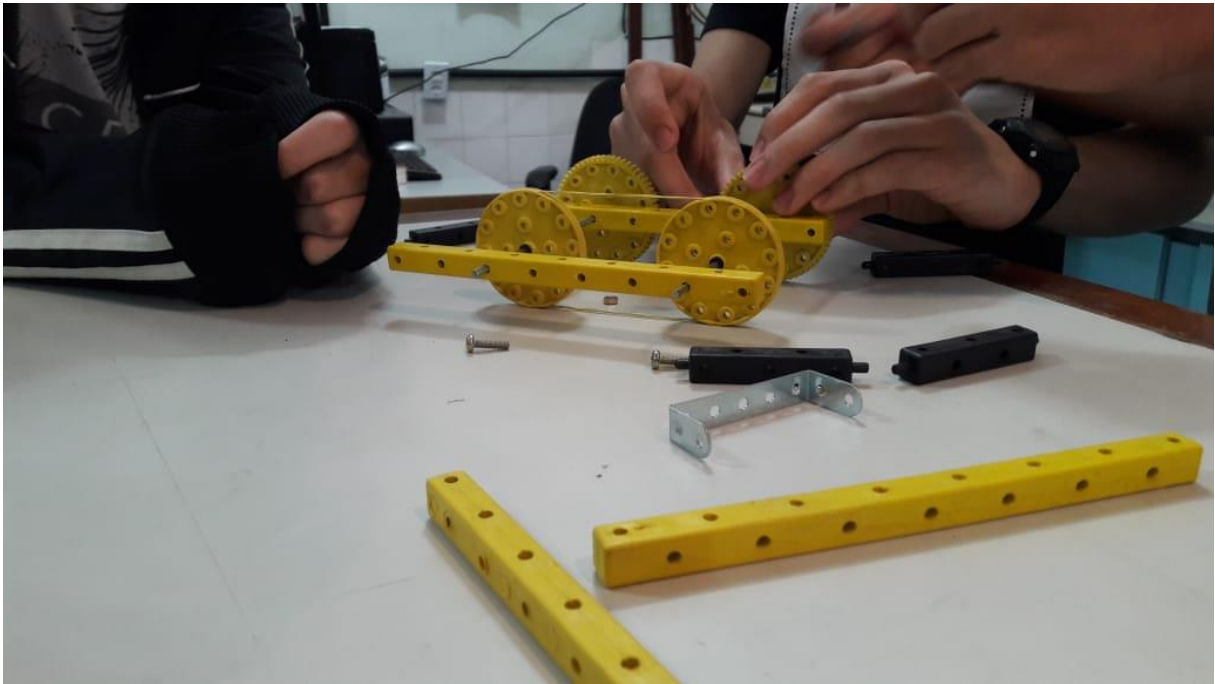


Fig. 26. Sistema de acoplamento de polias e engrenagens desenvolvido pelo grupo 6

Ressalta-se que o diferencial do grupo 6 foi colocar uma polia pequena atrás das polias grandes, no mesmo eixo, o que facilitava a relação de acoplamentos para “polia grande x polia pequena” e “polia pequena x polia grande”, alternando a posição da manivela, o que economizou em sobre maneira o número de peças utilizadas na montagem.

Na última fase procede-se a síntese e avaliação do processo, onde professores e alunos refletem sobre a validade das soluções encontradas para os problemas, efetuando uma apresentação sobre conceitos, procedimentos e atitudes obtidos/desenvolvidos, seguido de uma avaliação do todo. As questões finais são, então:

- d) O que é que eu aprendi de novo?
- e) O que ficou para ser aprendido?

A investigação qualitativa metodológica deste trabalho seguiu esses princípios norteadores. Contudo, a investigação realizada, com cunho qualitativo, cujo registro de dados ocorreu após cada uma das atividades realizadas, derivadas de quatro etapas: Orientação, pesquisa, definição de estratégias e montagem dos projetos. Uma quinta etapa se fez presente quando os alunos expressaram a sua opinião sobre a metodologia vivenciada.

Os alunos tiveram conhecimento do modelo da figura 20 e ficaram entusiasmados com o caráter inovador nas montagens que eles solucionaram.

4.3 Ficha Analítica

Como mencionado anteriormente, a técnica de inquérito por investigação (GHIGLIONE, MATALON, 1997), aqui simplesmente chamado de “ficha analítica” (Quadro 1) foi o modelo utilizado para obter dados que permite averiguar a análise e reflexão, compostas por perguntas de respostas abertas, com o intuito de permitir que as razões sejam apresentadas e, também, as opiniões sejam expressas. O questionário foi elaborado pelos autores em consonância com o nível dos alunos. O questionário não fora aplicado no modelo “prova”, mas sim em abordagem casual em vários momentos da apresentação.

Quadro 1: Ficha Analítica

FICHA ANALÍTICA
1) Você sabe o que é uma polia?
2) Sabe para que serve?
3) Você sabe o que é uma engrenagem?
4) Poderíamos utilizar um sistema de engrenagens para obtermos ganho de velocidade?
5) Defina com suas palavras o que seria período em um movimento circular.
6) Defina com suas palavras o que seria frequência em um movimento circular.

"a avaliação deve ser tratada como estratégia de ensino, de promoção do aprendizado, podendo assumir caráter eminentemente formativo, favorecedor do progresso pessoal e de autonomia do aluno. (...) Uma vez que os conteúdos de aprendizagem abrangem os domínios dos conceitos, das capacidades e das atitudes, é objetivo da avaliação o progresso do aluno em todos esses domínios".(GASPAR, 2009)

Observamos que o ganho de conhecimento é expressivo quando a situação-problema é posta e resolvida uma segunda vez, mesmo que anteriormente tenha sido resolvida ou não.

Verificaram-se resultados bastantes significativos no sentido da confirmação do alargamento da Zona de Desenvolvimento Proximal, uma vez que, em geral, todos os resultados foram significativos e compatíveis com o desempenho esperado – integração dos conceitos trabalhados. A participação dos alunos evidenciou uma nova dinâmica, novo grau de envolvimento com a própria tarefa. Isto nos permite afirmar que, com as interações horizontais (colegas ou amigos, mesma idade, mesma situação-problema), ampliou-se significativamente a potencialidade para a construção conjunta de estratégias que visavam responder aos desafios da solução do problema proposto, tanto para o sujeito de nível cognitivo superior, quanto para aquele de nível inferior, o que implicou em um novo desempenho, agora significativo do ponto de vista do modelo utilizado para a integração do espaço, da velocidade e do tempo. Vale supor, portanto, que a interação social despertou novos níveis de reconhecimento, aumentando a potencialidade do indivíduo para a atividade executada, o que permitiu, por rearranjos da consciência, o salto de qualidade para uma posição superior em seu aprendizado.

Após uma abordagem do conceito de período e frequência e utilizando cada arranjo experimental montado, a ficha analítica foi aplicada e algumas perguntas inseridas pelos próprios alunos, enriquecendo as conclusões.

Para montagem que acoplaram duas polias de mesmas dimensões (Fig. 26). O eixo que passava por uma das polias era ligado a uma manivela que, ao ser movimentada, transmitia a rotação para as polias acopladas de forma que as hélices giravam. Foi possível aferir, pelos relatos que todos compreenderam o sentido de rotação das hélices em consonância com a rotação dos eixos.

De acordo com os relatos, uma nova pergunta fora elaborada, para instigar os grupos: Qual é o comportamento da velocidade das hélices?

Os alunos perceberam que as hélices giravam com a mesma velocidade, aparentemente.

A abordagem caminhou para polias de dimensões diferentes. Assim procedeu-se o uso da montagem do kit apresentado na Fig. 21.

Foi solicitado que a manivela fosse, novamente, posta a girar. Houve apenas uma solicitação para que compreendessem a consequência da mudança da polia.

Todos os grupos identificaram que a hélice ligada à polia menor girava com uma velocidade maior do que a outra ligada à polia maior. A partir dessa observação, os alunos

começaram a tentar explicar o porquê de uma hélice girar mais rápido do que a outra agora, dentro de um rigor mais científico.

A partir desse momento os conceitos de período e frequência foram aprofundados, sempre utilizando os modelos montados pelos grupos.

Em seção exploratória foi abordado conceitos de mecanização, robótica e foi permitido aos grupos montarem um sistema mecânico mais elaborado. Nesse sistema tem um acoplamento de polias que permite o produto final funcionar como um guindaste, que se assemelham aos braços mecânicos de robôs (Fig. 27) e um dínamo acoplado a uma manivela (Fig. 28). Os alunos foram incentivados a executarem o movimento do guindaste (Fig. 27) e a girar a manivela (Fig. 28).

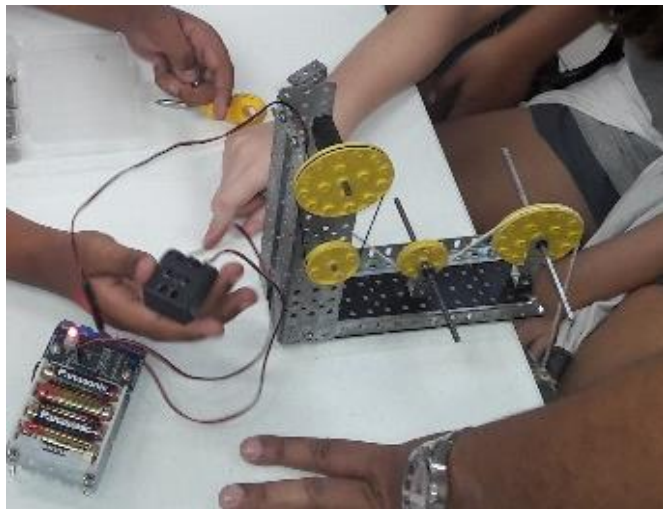


Fig. 27. Guindaste com acoplamento de polias



Fig. 28. Sistema eletromecânico de geração de energia

Na Fig. 28. uma manivela gira uma roldana que está acoplada a uma roldana de diâmetro 15x vezes inferior. A roldana menor está anexada ao eixo de um dínamo que, quando rotacionado, produz eletricidade. 3 LEDs podem ser ligados, independentemente, possibilitando as combinações: Todos desligados, 2 desligados e 1 ligado, 2 ligados e 1 desligado, todos ligados.

Em ambos os casos, observamos os relatos abaixo:

Guindaste: “Se mexermos nos raios das polias do guindaste poderemos facilitar ou dificultar o movimento, e se acoplamos as polias como no vídeo (referência ao vídeo da Fig. 15) pode levantar muito mais peso com menos esforço.”

Geração de Energia: “se girar mais rápido a manivela o Led fica mais aceso” e “se dobrarmos o raio da manivela o dínamo vai girar mais rápido e o LED vai ficar mais aceso”.

Ao longo do encontro as expressões eram corrigidas para a forma coloquial científica.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma abordagem tradicional, onde a aprendizagem ocorre do abstrato para o concreto e, em primeiro lugar, introduzidos os conceitos e, em segundo, resolvidos problemas de aplicação. O modelo, neste caso, é o modelo centrado no professor e conhecido como ‘casos baseados em exposição’ (do inglês *lecture-based cases*).

Neste trabalho buscou-se a participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem e, mais concretamente, no pressuposto que os alunos aprendem fazendo, enquanto se desenvolve as competências metacognitivas, relacionadas com a tomada de consciência pelos alunos das atividades que realizam e das responsabilidades que devem assumir no processo de aprendizagem (BARRON et al., 1998). Ou seja, a aprendizagem por projeto tem a ver com questões abrangentes. No entanto, ao envolver recursos reais, de âmbito restrito (como ferramentas de oficina), no qual as atividades realizadas estão fortemente ligadas com os conteúdos, não só conceituais, mas em termos de procedimentos e epistemologia adquiridas pelos estudantes, a PBL prepara e educa para a cidadania (LAMBROS, 2004). Destacamos que cada fase do processo foi elaborada em grau de dificuldade crescente, porém não além daquilo que os alunos poderiam executar.

Observa-se que os métodos tradicionais de ensino e aprendizagem não conseguem atender muitas das necessidades dos estudantes. Assim, metodologias ativas de aprendizagem se apresentam como uma alternativa com grande potencial para atender às demandas e desafios da educação atual.

A aprendizagem baseada em projetos é uma proposta de ensino-aprendizagem que se concentra na concepção central e nos princípios de uma tarefa, envolvendo o aluno na investigação de soluções para os problemas e em outros objetivos significativos, permitindo assim ao estudante trabalhar de forma autônoma na construção do seu próprio conhecimento (MARKHAM et. al. 2008; Pozo 1998). Pozo (1998) ressalta que ensinar a resolver problemas “supõe colocar a ênfase no ensino de procedimentos, embora sem perder de vista a importância dos conceitos e das atitudes para resolver problemas”, problemas esses que, ao serem solucionados exigem, segundo Echeverría & Pozo (1998), uma compreensão da atividade ou tarefa, a concepção de um plano que conduz à meta, a execução desse plano e, finalmente, uma análise que permite determinar o alcance ou não da meta. Assim, constitui a edificação de um projeto de aprendizagem.

Buscamos atuar na ZDP e torna-se mediador do conhecimento e da apropriação da produção humana. Sobre o processo de mediação, que mereceu especial atenção de Vygotsky, ressaltamos que ao abordar a questão dos instrumentos de trabalho e dos signos na constituição das funções psicológicas superiores, assim como os instrumentos mudam as operações de trabalho, os signos, alteram a estrutura psicológica; ou seja, as palavras, os números, os recursos mnemotécnicos, símbolos algébricos, sistemas de escrita, mapas, diagramas, etc., conforme ressaltou Vygotsky (2000). Os mediadores dos processos psicológicos foram apresentados aos alunos, como os vídeos, simulações e os equipamentos, todos considerados artefatos sociais que modificam a organização mental humana e ressoam no contexto em que o sujeito vive. Vygotsky destacou, ainda, outra forma de mediação: a que se dá por meio de outra pessoa (KOZULIN, 1994, p.116) e neste trabalho levamos em consideração a relação aluno – aluno como parceiro mais capaz e o professor como a alavanca do conhecimento. Como apontamos anteriormente, é na relação com o outro que se constitui o plano do desenvolvimento do indivíduo. Neste sentido, o cada aluno, um para o outro, também é signo mediador de condutas, gestos e pensamentos, valendo lembrar que toda e qualquer função psicológica superior foi social antes de tornar-se interna ao indivíduo.

No que tange o ensino de Física, o domínio empírico se reveste, via de regra, no desenvolvimento e na execução de atividades experimentais. Ao levar em consideração que a evolução do domínio empírico pode ser entendida como um requisito de “uma boa atividade modelizadora deveria necessariamente se preocupar na passagem dos dados brutos contidos numa observação, até uma representação conceitual de um fenômeno enfocado”. (PIETROCOLA, 2002, p. 106).

No caso dos professores, esses deixam de ser uma personificação do conhecimento para se tornarem facilitadores e orientadores da aprendizagem, a partir da relação horizontal com o aluno, em um ambiente de ensino marcado pela análise, investigação, elaboração de estratégias, criatividade e resolução de problemas (BARBOSA et. al. 2004). O desenvolvimento de trabalho, por meio da estratégia de projetos, requer uma postura investigativa tanto de alunos quanto de professores.

As atividades visaram estimular o conhecimento científico a partir da construção de um projeto utilizando acoplamento de polias. Ao construir o protótipo os estudantes desenvolvem ZDPs, que são espaços de aprendizagem que quando bem aproveitados proporcionam a construção, pelos indivíduos não só de conceitos científicos, mas também de habilidades e competências importantes para as interações sociais e culturais de cada um e do grupo, como

criatividade, raciocínio lógico, foco, capacidade de trabalho em equipe, além de resolução de problemas.

Com o desenvolvimento das aulas foi possível analisar a utilização do projeto como elemento mediador do processo ensino-aprendizagem e as contribuições que as novas tecnologias podem trazer para o ensino. Após ter sido submetida à metodologia proposta (PBL), a turma apresentou um rendimento esperado de conhecimento no que tange à compreensão e utilização de conceitos científicos como acoplamento de polias, ganho de velocidade, período e frequência em um movimento circular.

É importante frisarmos que não existe a necessidade de grandes investimentos financeiros por parte das Instituições de ensino para se trabalhar com projetos, em contrapartida, o ganho de conhecimento para alunos e Professores é imensurável. O projeto apresentado neste trabalho possui um custo demasiadamente pequeno em comparação aos ganhos que o mesmo proporcionou. Além disso, o projeto apresentado como modelo pode ser facilmente reproduzido com utensílios de baixo custo, reduzindo ainda mais a necessidade de investimentos financeiros. Experimentar uma realidade onde o aluno deixa de ser o agente passivo no processo ensino-aprendizagem se tornando protagonista neste processo através das metodologias ativas, é algo enriquecedor não só para o aluno, mas também para nós, educadores.

Sendo assim, concluímos que a metodologia PBL é sem dúvida uma ferramenta poderosa no processo ensino-aprendizagem e que sua aplicação em salas de aula pode trazer de volta a satisfação de nossos alunos em aprender e serem protagonistas no ensino e com isso proporcionar ganhos imensuráveis no conhecimento dos mesmos.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, I.C.A PEREIRA, L. SIQUEIRA, L.M M. (2007) Uma reflexão sobre os paradigmas educacionais e sua influência sobre a prática pedagógica. In: IX Congresso Nacional de Educação. Anais do EDUCERE. PUCPR.

ARAÚJO, U. F. (2008). “Temas Transversais e a estratégia de projetos”, Editora Moderna, 8º edição.

BARBOSA, E. F., CONTIJO, A. F., SANTOS, F. F. (2004). O método de Projetos na Educação Profissional, “Educação em Revista”, no 40, Belo Horizonte, MG, dez, 2004, pp 187-212.

BELTRÁN, F., (2000) John Dewey. Una democracia vital. J. Carbonell (Coor.), Pedagogías del siglo XX, 2000, pp. 47-58.

BRASIL (2012) PCN + Ensino Médio – Orientações Educacionais Complementares aos Parametros Curriculares Nacionais – Física – Brasília, MEC, Disponível em :

http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN_FIS.pdf Acessado em 06 de Fevereiro de 2020

CANALLE, J. B. G., (2003) O Problema do Ensino da Órbita da Terra, Física na Escola, V. 4, n. 2, 12 – 16.

CHITOLINA, R. F., SCHEID, N. M. J., (2015) A robótica educacional e as tecnologias da informação e comunicação na construção de conhecimentos substantivos em ciências naturais, Ciência e Natura, v.37 n.2, mai.- ago. p. 283 – 289

CLEMENT, J. (2000) Analysis of clinical interviews: foundations and model viability. In: KELLY, A. E. e LASH, R. (Eds.). Handbook of research data design in mathematics and science education. Mahwah: Lawrence Erlbaum, p. 547-589.

DURAN, D. (2008) Utilizar pedagogicamente as diferenças entre alunos: uma prática de tutoria entre iguais. Ciclos em revista, Rio de Janeiro – RJ, v. 3, p. 13-32.

GAGLIARDI, M., (1986) Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación. Enseñanza de las Ciencias, 1986, vol. 4, pp. 30-35

GASPAR, Alberto - Física 2 , manual do professor - São Paulo, Ed. Ática 2009-p. 16

GHIGLIONE, R., MATALON, B., (1997) **O inquérito: Teoria e prática**. Lisboa: Celta Editora

GODOY, A. S. (1995) Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. Revista de administração de empresas, v. 35, n. 2, p. 57-63

GOLDIE, J. G. S. (2016). Connectivism: A knowledge learning theory for the digital age? *Medical teacher*, 38 (10), 1064 – 1069

LAGBEHEIM, E. (2015) A project-based course on Newton's laws for talented junior high school students. *Physics Education*, 50 (4), 410-415

LAMBROS, A. (2004) *Problem-Based Learning in middle and high school classrooms*. Thousand Oaks: Corwin Press.

LEITE, L et al. Tecnologia educacional: mitos e possibilidades na sociedade tecnológica, *Tecnologia Educacional*, v. 29, n. 148, p. 38-43, Rio de Janeiro, jan./mar.2000

LEITE, L., AFONSO, A. (2001) Aprendizagem baseada na resolução de problemas. Características, organização e supervisão. *Boletín das Ciências*, 48, 253-260

LÜDKE, M., ANDRÉ, M. E. D. A., (2013) *Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas*, 2ª Edição E.P.U. Rio de Janeiro

MACHADO, N. J. (2000). "Educação: projetos e valores". São Paulo: Escrituras Editora, p. 158.

MARTINS, J. S. (2002) "O trabalho com projetos de pesquisa do Ensino Fundamental ao Ensino Médio". 2.ed. Campinas - SP: Papirus.

MÁXIMO, A., ALVARENGA, B. (2000) *Curso de Física, Volume 1*, editora Scipione, São Paulo, p. 95 – 96

MCMILLAN, R., SCHUMACHER, S. (2001) **Research in Education: A conceptual introduction** (5ª ed). Nova York: Longman

MOREIRA, MA (2019) Unidades De Ensino Potencialmente Significativas – UEPS, Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf> acessado em 19/12/2019

MOREIRA, M. N.; LEMOS, I. M.; SACARMOCIN, M. F. P. (1998) “Um por todos e todos por um. O que é pedagogia de projetos?” Revista Nova Escola, Fundação Victor Civita, edição de maio.

NARDI, R., (2009) organizador. Questões atuais de ciências. 2.ed. São Paulo: Escrituras Editora.

NOGUEIRA, N. R. (2002), Pedagogia dos Projetos. Érica

NUSSENZVEIG, H, M. (2011) Curso de Física básica: Mecânica, v.1, 3. Ed. São Paulo: E. Blücher.

OLIVEIRA, M. K. de., (2010) Vygotski: aprendizado e desenvolvimento: um processo sóciohistórico . 5. ed., São Paulo: Scipione.

PARENTE, André. Imagem Máquina: a era das tecnologias do virtual. 3 ed. Rio de Janeiro. Editora:34. 1999.

PENUEL, W.R. & MEANS, B. (1999). “Observing Classroom Process in Project-Based Learning Using Multimedia: A Tool for Evaluators”. Disponível em <www.ed.gov/technology/techconf/1999/whitepapers/papers3.html>. Acesso em 12 de outubro 2019.

PERRENOUD, P., (2006) Aprender en la escuela a través de proyectos: ¿por qué?, ¿cómo?. Reforma de la Educación Secundaria, 115.

PIETROCOLA, M. (2002). A matemática como estruturante do conhecimento físico. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 19, n. 1, p. 93-114.

POZO, J. I. org. (1998). “A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender”. Porto Alegre: ArtMed Editora

COELHO, R. O., (2002) O uso da informática no ensino de Física de Nível Médio. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas/RS

REGO, T. C. (2011) Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação/ Teresa Cristina rego. 22. ed., Petrópolis, RJ: vozes.

STUDART, N. (2015) SIMULAÇÃO, GAMES E GAMIFICAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA, In: XXI Simposio Nacional de Ensino de Física http://eventos.ufabc.edu.br/2ebef/wp-content/uploads/2015/10/Studart_XXI_SNEF_Final_NEW.pdf Acessado em: 06/02/2020

STUDART, N., (2019) Inovando a Ensino de Física com Metodologias Ativas. Revista do Professor de Física, v. 3, n. 3, p. 1-24, Brasília

THOMAS, J.W. (2000). “A review of research on Project-Based Learning”. Disponível em <www.k12reform.org/foundation/pbl/research>. Acesso em 12/10/2019.

TORRES, Vladimir. Planejamento de uma aula com uso de computador como recurso multimeio, Tecnologia Educacional, v. 29, n. 150/151, p. 38-41, Rio de Janeiro, jul./dez., 2000

VALENTE, J.A. (2008) “A Inclusão das Tecnologias Digitais na Educação Infantil”. In: Pátio – Educação Infantil, Ano 6, No. 18, p. 29-32.

VASCONCELLOS, C. dos S. (2009), “Currículo: a atividade humana como princípio educativo”. São Paulo: Libertad

VEGA-MORENO, D., QUEVEDO, E., LLINÁS-GONZÁLES, O., HERNÁNDEZ BRITO, J. J., (2015) Project-based learning using robots with open-source hardware and software, in II Jorandas Iberoamericana de Innovación Educativa en el ámbito de las TIC, Las Palmas de Gran Canaria, 12- 13 de noviembre de 2015.

VIEIRA, R., (2018) Ensino de Física por Investigação e a Aprendizagem Colaborativa: O Mapeamento das Linhas de Campo como elemento de problematização, Dissertação de Mestrado, MNPEF, Pólo UNIRIO

VYGOTSKY, L. S. (1991) A Formação social da mente. Tradução de Monica Stahel M. da Silva. 4 ed. Martins Fontes. São Paulo – SP.

VYGOTSKY, L. S. (2003 a). A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores (6ª. ed). (J. Cipolla Netto et al., Trad.). São Paulo: Martins Fontes.

VYGOTSKY, L. S. (2003 b). Psicologia Pedagógica. Edição Comentada. Porto Alegre: Artmed.

ZANELLA, Andréa Vieira. Zona de desenvolvimento proximal: análise teórica de um conceito em algumas situações variadas - PUC/SP em 1992

ANEXO I



Nome: _____

Concepções Prévias

Relação social

- 1. Você tem uma ou mais atividades ou ajuda/trabalha? Explique**
- 2. Se sua(s) atividade(s) de ajuda/trabalho estiver(em) relacionada(s) as mídias sociais, descreva algumas atividades de lazer e/ou esportiva que você faz.**
- 3. Em algum momento de sua vida estudantil você teve contato com a Física do Movimento Circular? Se sim, quando?**
- 4. Cite, ao menos, 3 exemplos de Movimento Circular.**

ANEXO II



Nome: _____

Concepções Prévias Diagnóstico

1. Vê já presenciou o uso de engrenagens, roldanas ou polias? Se sim, como era o sistema?
2. Em algum momento o conceito de Força centrípeta esteve presente no seu curso?
3. Se sim, foi explicado sua origem conceitual?
4. Você já reparou que em curvas de estradas das vias expressas, como as da Linha Vermelha, Linha Amarela, Avenida Brasil, Rio-Petrópolis, Via Lagos etc. existem inclinações?
5. Se sua resposta na questão anterior foi sim, tente explicar o porquê.
6. Em algum momento, no curso de Física, os conceitos de Movimento Circular foram apresentados como uma possível explicação para movimento planetário?
7. Com respeito ao movimento de órbita dos planetas, o que você sabe sobre as Leis de Kepler? O que você sabe sobre as órbitas planetárias?
8. Era de seu conhecimento que existem satélites artificiais que descrevem órbitas e/ ou estão em órbitas geoestacionária em torno do Planeta Terra? [órbitas geoestacionárias são possíveis a uma altura específica, dado que velocidade varia com o inverso do raio orbital.
9. Nas aulas de química normalmente os átomos hidrogenóides são apresentados como tendo um elétron orbitando o núcleo. Você já foi apresentado ao conceito em questão?
10. Se sim, lhe foi explicado como se obtém os raios atômicos ou os níveis de energia?
11. Você já ouviu falar no “Grande Colisor de Hadrons” (LHC – que fica na fronteira da França com a Suíça)? E no “Sirius”, um anel síncrotron que fica em Campinas-SP?

ANEXO III

O círculo;
O acoplamento de polias;
O sistema planetário;
O Guindaste
O braço mecânico.
Aplicação diversas: impressão 3D onde os múltiplos motores transmitem força e sensibilidade ao equipamento.
Qual é a questão que precisa de ser desenvolvida?
E, como os mediadores atuarão?
Metodologia avaliativa:
Teste diagnóstico pré e pós múltipla escolha
Teste avaliativo dissertativo
Início: teste diagnóstico logo no início e com duração de 5 a 10 minutos. Bem estilo Enem.
Apresentação do problema
Turma dividida em pequenos grupos de até 5 componentes.

Cada grupo terá um tempo crível para executar a tarefa de montagem para delimitar o problema.
Os grupos discutem o problema sob a orientação do mediador professor (alavanca)
Evolução na montagem de mais um aparato.
Evolução do conceito
Discussão nos grupos
Apresentação, pelo professor de conclusões o que leva a outro problema
Montagem e discussão crível entre os alunos
Separação de duplas para a avaliação discursiva
Individualização para o teste diagnóstico pós.
Os testes contarão conceitos de física.
A avaliação também terá conceitos físicos, problemas tradicionais e questões pessoais.
Início: 7:00h
Fim: 8:30h
Aproximadamente 25 min extra para quem precisar.

06/03/20 09:17 - UNIRIO Prof Flávio: Salve Renato,

Tudo bem?

Seremos "observador como participante" na classificação de Bulford Junker (1971)

11/03/20 13:27 - UNIRIO Prof Flávio: Junker, BH, _a importância do trabalho de campo_
Rio de Janeiro: Lidador, 1971

0. Movimento Circular: as pistas etc., o que ajudar aqui.

1. Sequência e tempo para as montagens como será o primeiro ponto? A montagem.
Quanto tempo? 10-15 min?

2. MC e Acoplamento a física por trás (o que é abordado e como o conceito será
apresentado?)

3. Entendendo as relações fenomenológica do MC: relação entre raios, velocidade angular
etc.

Os casos significativos:

Satélite em órbita e o GPS;

Átomo hidrogenóide;

4. É possível pensar em mecânica complexa com um sistema tão simples de acoplamento?

Caso de braços mecânicos etc.?

