



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

JORDÂNIA CHIRLY ALVES NEVES

**O Uso de Jogos no Ensino de Física: Uma Metodologia
para o Ensino de Gravitação**

CAMPINA GRANDE – PB

2020

JORDÂNIA CHIRLY ALVES NEVES

**O Uso de Jogos no Ensino de Física: Uma Metodologia para o
Ensino de Gravitação**

Dissertação apresentado ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Sociedade Brasileira de Física do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba como exigência para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Área de Concentração: Ensino de Física

Autora: Jordânia Chirly Alves Neves

Orientadora: Ana Raquel Pereira de Ataíde

CAMPINA GRANDE – PB

2020

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

N511u Neves, Jordânia Chirly Alves.
O uso de jogos no Ensino de Física [manuscrito] : Uma metodologia para o ensino de gravitação / Jordânia Chirly Alves Neves. - 2021.
154 p. : il. colorido.
Digitado.
Dissertação (Mestrado em Profissional em Ensino de Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2021.
"Orientação : Profa. Dra. Ana Raquel Pereira de Ataíde, Departamento de Física - CCT."
1. Ensino de física. 2. Gravitação. 3. Sociointeracionismo.
I. Título

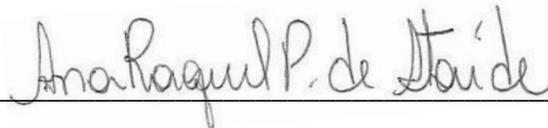
21. ed. CDD 530.7

Jordânia Chirly Alves Neves

**O Uso de Jogos no Ensino de Física: Uma Metodologia para o
Ensino de Gravitação**

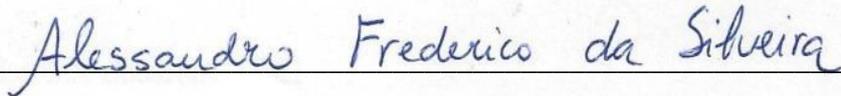
Dissertação apresentado ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Sociedade Brasileira de Física do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba como exigência para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovado em: 17/ 12 /2020



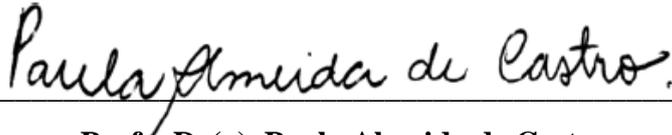
Prof. Dra. Ana Raquel Pereira de Ataíde

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) - orientadora



Prof. Dr. Alessandro Frederico da Silveira

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) – Departamento de Física



Profa. Dr(a). Paula Almeida de Castro

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) – Departamento de Educação

CAMPINA GRANDE – PB

2020

AGRADECIMENTOS

Acredito que a realização de um trabalho acadêmico como este se deve não só ao esforço deste que o realizou, mas sim de várias outras pessoas que colaboraram direta e indiretamente na realização deste feito. Desta maneira, são muitos os nomes que merecem aparecer nesta página, afinal, foram dois anos de sonhos, angústias, dissabores, abdições, realizações e felicidades.

Primeiramente agradeço a Deus por me proporcionar saúde, fé e dedicação para superar as dificuldades que surgem em nossos caminhos.

Agradeço a toda a minha família, em especial aos meus pais que sempre me apoiaram nas minhas decisões e compreendem minhas ausências.

Agradeço em especial a minha orientadora Prof(a). Dr(a). Ana Raquel Pereira de Ataíde pelo seu apoio, dedicação e empenho que se deu a este trabalho de conclusão do Mestrado.

Agradeço a todos os meus colegas que caminharam junto comigo nesta etapa da vida, pelo companheirismo e amizade. Agradeço também a escola Benjamin Maranhão e aos meus alunos por abraçarem esta proposta de metodologia que permitiu a realização e conclusão desta dissertação.

A todos, muito obrigada!

RESUMO

Atualmente é frequente discussões sobre um melhor modelo de Ensino para a Educação no Brasil, que são consequências da Educação ser considerada um processo que está em constante desenvolvimento, onde é discutido que perfil de educador e de educando se deseja para construir um país de cidadãos competentes e críticos. O presente trabalho se propõe a apresentar e relatar a utilização de uma sequência de ensino aportada no uso de jogos para o ensino, em uma escola pública do Município de Araruna-PB, visando a utilização de jogos voltados para o Ensino do tema Gravitação, como estratégia pedagógica para o Ensino de Física. O nosso trabalho teve como objetivo, dispor de um produto educacional, detalhando atividades com uma sequência de jogos para o Ensino do tema Gravitação, composta de 10 encontros, a fim de estimular a interação entre os sujeitos, potencializando uma abordagem de ensino alinhada à construção do conhecimento através da ludicidade, visando uma aprendizagem mais efetiva. Subsidiados pela teoria Sócio – Interacionista de Vygotsky, pretendemos nos apoiar na ideia de interação e construção de conhecimentos oriundos desta teoria. Dessa maneira, aspiramos, então, oferecer ao professor de Física do Ensino Médio, uma proposta de intervenção que aborda conceitos através de atividades lúdicas e uso de jogos, permitindo a criatividade do professor em adaptar e reelaborar novas dinâmicas com o propósito de construir conhecimentos mais aprofundados a partir de atividades lúdicas com materiais de baixo custo. Como também, descartar a utilização da matemática apenas como uma ferramenta para resolver problemas em física e abordá-la como elemento essencial para a compreensão de conceitos físicos, tentando superar assim, a falta de sentido tão comentada por grande parte dos estudantes.

Palavras – chave: Jogos no Ensino de Física. Gravitação. Teoria Sócio – Interacionista de Vygotsky.

ABSTRACT

Nowadays, there are frequent discussions about a better model of Learning for Education in Brazil, which are a consequence of the fact that Education is considered a process that is constantly developing, where it is discussed what kind of educator and student is desired to build a country of competent and critical citizens. The present work proposes to present and report the use of a teaching sequence contributed in the use of games for learning, in a public school in the city of Araruna-PB, directed at the use of games focused on the Teaching of Gravitation, as a pedagogical strategy for the Physics Teaching. Our work aimed to have an educational product, detailing activities with a sequence of games for the Teaching of Gravitation, composed of 10 meetings, directed to stimulate the interaction between the students, enhancing a teaching approach aligned to the construction of knowledge through playfulness for a more effective learning. Subsidized by Vygotsky's Socio-Interactionist theory, we intend to lean on the idea of interaction and construction of knowledge from this theory. Thus, we aspire to offer to the high school physics teacher an intervention proposal that approaches concepts through playful activities and the use of games, allowing to the teacher's creativity to adapt and rework new games with the purpose of building new knowledge from playful activities with low-cost materials, as well as discarding the use of mathematics only as a tool to solve problems in physics and approaching it as an essential element for understanding physical concepts, thus trying to overcome the lack of meaning so commented by most students.

Key words: Games in Physics Teaching. Gravitation. Vygotsky's Interactionist Theory.

LISTAS DE FIGURAS

- Figura 3.1 Ilustração da 3^o Lei de Newton
- Figura 3.2 Ilustração da 1^o Lei de Kepler
- Figura 3.3 Ilustração da 1^o Lei de Kepler
- Figura 3.4 Ilustração da 2^o Lei de Kepler
- Figura 3.5 Ilustração da Força Gravitacional
- Figura 3.6 Ilustração da Força Gravitacional
- Figura 5.1 Quadro de expectativa dos estudantes
- Figura 5.2 Dinâmica realizada com os estudantes
- Figura 5.3 Ilustração dos painéis das equipes
- Figura 5.4 Quadro de pontuação
- Figura 5.5 Execução do experimento (Plano Inclinado)
- Figura 5.6 Execução do experimento (Plano Inclinado)
- Figura 5.7 Ilustração da Força Peso em movimento de queda livre
- Figura 5.8 Execução do experimento (Força de atrito)
- Figura 5.9 Ilustração do movimento da partícula em um Campo Gravitacional
- Figura 5.10 Ilustração da equipe Alfa Centauro respondendo aos caça – palavras
- Figura 5.11 Jogo da memória
- Figura 5.12 Jogo da memória
- Figura 5.13 Apresentação do Jogo da Memória
- Figura 5.14 Ilustração da Sopa de Conceito
- Figura 5.15 Ilustração da Sopa de Conceito
- Figura 5.16 Ilustração da Sopa de Conceito
- Figura 5.17 Ilustração da Sopa de Conceito
- Figura 5.18 Ilustração da Sopa de Conceito
- Figura 5.19 Frases para montagem dos conceitos
- Figura 5.20 Estudantes executando o Jogo Sopa de Conceitos
- Figura 5.21 Painel, equipe Alfa Centauro
- Figura 5.22 Painel equipe Sirius
- Figura 5.23 Exibição da Batalha de Kepler
- Figura 5.24 Registros nos quadros de pontuação das equipes
- Figura 5.25 Execução da Batalha de Kepler

- Figura 5.26 Execução do Jogo Caixa Surpresa
- Figura 5.27 Execução do Jogo: Trilha
- Figura 5.28 Execução do Jogo Trilha
- Figura 5.29 Painel da equipe Alfa Centauro
- Figura 5.30 Painel da equipe Canopus
- Figura 5.31 Painel da equipe Sirius
- Figura 5.32 Equipe vencedora (Alfa Centauro)
- Figura 5.33 Planetário
- Figura 5.34 Planetário
- Figura 5.35 Visitas ao planetário (observando o céu e as constelações)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO EM ENSINO E APRENDIZAGEM	15
2.1 O Uso de Jogos no Ensino de Física	15
2.2 Jogos como uma Ferramenta Pedagógica	17
2.3 A Teoria Interacionista de Lev Vygotsky e Zona de Desenvolvimento Proximal	19
3. REFERENCIAL TEÓRICO EM FÍSICA	25
3.1 Gravidade e Força Peso	25
3.2 Dinâmica do Movimento Circular Uniforme	30
3.3 Lei de Newton da Gravitação Universal.....	31
4. PERCURSO METODOLÓGICO	38
4.1 Abordagem Qualitativa e a Natureza do Estudo.....	38
4.2 Público-Alvo	39
4.3 Elaboração da Proposta de Intervenção.....	40
4.4. A Intervenção	41
4.4.1. Avaliação da Proposta	41
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
5.1 Apresentação do Produto.....	43
5.1. Análise da intervenção com uso de Jogos e o Lúdico, no Ensino de Física.	45
5.1.1. Relato da Intervenção I.....	45
5.1.2. Relato da Intervenção II	48
5.1.3 Relato da Intervenção III.....	55
5.1.4 Relato da Intervenção IV	60
5.1.5. Relato da Intervenção V.....	65
5.1.6 Relato da Intervenção VI.....	71
5.1.7 Relato da Intervenção VII	74

5.1.8 Relato da Intervenção VIII	78
5.1.9 Relato da Intervenção IX	79
5.1.10. Relato da Intervenção X	81
5.2. Considerações Referentes a Sequência de Ensino Aplicada e Impressões dos Estudantes	86
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	91
REFERÊNCIAS	93
APÊNDICE A	98

1. INTRODUÇÃO

O mundo contemporâneo está repleto de mudanças, seja no âmbito social, cultural ou tecnológico. Tais mudanças refletem na educação e conseqüentemente no ambiente escolar, acarretando a necessidade de modificações neste ambiente. Do ponto de vista profissional, principalmente, o objetivo dessas modificações é uma formação que consiga satisfazer critérios estabelecidos pela sociedade. A escola é um vetor privilegiado de disseminação dos conhecimentos previstos nos documentos oficiais, para melhorar a formação dos sujeitos, de modo que possam desenvolver competências e habilidades favoráveis para viver em sociedade (BEZZERA et al., 2009).

O Ensino da Física é destacado como parte integrante desse processo maior que é o da educação de um indivíduo. Nesse campo, o processo educacional pode partir da curiosidade de se aprender e compreender os fenômenos físicos, como também por incentivos externos vindos do meio social, vinculados ou não a um determinado campo de conhecimento ou por um mecanismo de comunicação específico. Nesse contexto, podemos enfatizar o desenvolvimento de habilidades, que capacitem o sujeito para compreender fenômenos físicos, relacioná-los com situações cotidianas, entre outras. Desta forma, o Ensino de Física, deve estimular e motivar os estudantes para aprendizagens consideráveis (BEZZERA et al., 2009).

Por este e por outros fatores, o Ensino de Física apresenta uma importância notória na formação do cidadão, para que o mesmo consiga além de desenvolver competências, colocar em prática o conhecimento em seu cotidiano, independente do futuro a ser seguido após a conclusão do Ensino Médio. Neste sentido, mesmo os jovens que estão prestes a concluir o Ensino Médio e que não terão mais contato com o ambiente escolar ou universitário, nem com ambientes profissionais e laboratórios de Física Aplicada, ainda terão a formação necessária para participar e compreender o mundo em que vivem.

Nisto convergimos com o documento dos Parâmetros Curriculares Nacionais:

[...] A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. Isso implica, também, a introdução à linguagem própria da Física, que faz uso de conceitos e terminologia bem definidos, além de suas formas de expressão que envolvem, muitas vezes, tabelas, gráficos ou relações matemáticas (BRASIL, 2002, p. 59).

Tendo o conhecimento de que embora em vias de substituições que aconteçam, esse ainda é o documento que norteia as ações na educação básica. Portanto, de acordo com os

Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), é importante que o Ensino de Física se apresente de maneira direcionada e contextualizada, como também, apresentando um conjunto de competências a serem desenvolvidas, permitindo que os sujeitos percebam e compreendam fenômenos naturais e tecnológicos presentes no cotidiano. Neste sentido, um possível caminho a ser seguido se concentra no uso de jogos e ferramentas tecnológicas especialmente o que hoje chamamos de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's), a serem utilizadas no contexto escolar, com o intuito de auxiliar o desenvolvimento de tais competências.

Ao encontro do que procuramos e do que mencionamos anteriormente, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) sugere que a Física seja apresentada aos estudantes como um instrumento que os permitam, por meio de princípios, leis e modelos, perceber e lidar com os fenômenos naturais presentes em nosso cotidiano. Portanto, o Ensino da Física baseado neste documento, deve oferecer condições para que os estudantes se tornem sujeitos capazes de compreender e modificar a realidade em que vivem. De acordo com Pinheiro e Alves (2006), é preciso considerar que os estudantes já conhecem a maneira como compreendem o mundo, ou seja, estes já apresentam entendimento prévio advindo de seu contexto social, sendo possível, então, a adoção de estratégias de ensino capazes de oferecer significado ao que será aprendido por eles. Os mesmos afirmam que atualmente a Ciência que é trabalhada pela a maioria dos professores, quando inseridos na sala de aula, na maioria das vezes, não motiva a curiosidade e conseqüentemente a vontade de aprender do estudante. Em decorrência desse processo, os estudantes não conseguem vincular o conhecimento visto em sala com seu cotidiano, não sendo capazes de perceber, portanto, significado no que aprendeu e, a partir disso, considera que a compreensão do conteúdo existe exclusivamente para a resolução de exercícios.

Atualmente, o que se percebe é que os estudantes na maioria das vezes entendem que o ensino inicial acontece devido a conhecimentos que o professor possui e repassa para eles. Estes consideram que as discussões e as trocas de informações não acontecem neste momento, o que acaba caracterizando apenas um processo de recepção de informação sem que haja a interação discente e docente, dessa forma, dificultando a aprendizagem. Além disso, é notório a que a percepção que os estudantes têm é uma ideia enraizada do obstáculo na compreensão da Física, fazendo com que na maioria das vezes, eles tenham aversão a disciplina mesmo antes de ter contanto.

Diante desse contexto, acreditamos que o professor, por sua vez, deve estabelecer com os estudantes uma relação de confiança e respeito, assumindo a postura de mediador no processo de construção do conhecimento. Além de estar preparado para discutir os conceitos apresentados em suas aulas, deve elaborar da melhor maneira suas estratégias e atividades a-no

ambiente escolar, com o propósito de alcançar seus objetivos estabelecidos para cada encontro planejado. Entretanto, são poucos os profissionais da educação que atuam com este propósito, a maioria deles são levados pela desmotivação e falta de estrutura, realizando suas aulas utilizando modelos tradicionais, usados há muitos anos atrás. O fato é que a realidade mudou nos últimos anos, a atuação com uso de novas metodologias se tornou essencial para promover um ensino de qualidade e conquistar a atenção dos estudantes para adquirir resultados consideráveis, ao que diz respeito aos conceitos e fenômenos físicos.

Um dos meios de trazer essa motivação para o ambiente escolar é tornar o ensino mais contextualizado, usando elementos que fazem parte da vida dos estudantes, como as mídias digitais, através do acesso à internet e da orientação à busca de informações que venham a contribuir para o ensino. Sendo de extrema importância a promoção da utilização das tecnologias na escola, essas práticas propiciam uma nova estratégia para alicerçar o ensino em um ambiente de interatividade. De acordo com Lèvy (1999, pág. 157),

O ciberespaço¹ suporta tecnologias intelectuais que ampliam, exteriorizam e alteram muitas funções cognitivas humanas: a memória (bancos de dados, hipertextos, fichários digitais [numéricos] de todas as ordens), a imaginação (simulações), a percepção (sensores digitais, telepresença, realidades virtuais), os raciocínios (inteligência artificial, modelização de fenômenos complexos). (LÈVY 1999, p. 157).

Podendo o indivíduo estar ligado a novas formas de acesso à informação, de pensar e de produzir conhecimentos, não seria desproporcional afirmar que isso está muito próximo da realidade dos estudantes.

Essa nova forma de buscar informação e de socializá-las pelas mídias digitais é caracterizada por Lèvy (1999) como sendo “inteligência coletiva”, que proporciona através de conexões o compartilhamento de pensamentos e a criação de seus próprios pensamentos.

A utilização das tecnologias não representa uma salvação para a Educação (em especial para a educação em Ciências, como a Física), mas representa um imenso campo de contribuições para a área educacional, abrindo espaço para um amplo e novo leque de materiais didáticos na busca de um ensino inovador. Podemos elencar: o acesso orientado à internet, a utilização de simulações, a construção de experimentos em sala de aula, vídeos interativos,

¹No livro *Cibercultura* de Lévy, ciberespaço é definido como sendo o universo das redes digitais, mas Lévy também define como o espaço de comunicação aberto pela interconexão mundial dos computadores e das memórias dos computadores.

jogos educativos (com também jogos interativos), a utilização da gamificação², entre outros artefatos que podem ajudar o professor no processo de ensino e aprendizagem.

Neste viés, um estudo que elencamos interessante considerar é a proposta de utilização de jogos na perspectiva de resultar em uma alternativa atrativa para dinamizar o ensino. Os jogos interativos apresentam um grande potencial como instrumento educacional, podendo ajudar no desempenho dos estudantes em diversos níveis de ensino. Portanto, essa pesquisa trata o jogo como sendo uma ferramenta metodológica, podendo desta forma, promover uma aprendizagem mais efetiva.

Será explorado em nosso estudo o uso de jogos educativos, simulador PhET, jogos produzidos pela autora, filmes e o jogo digital conhecido como “Angry Birds Space” aplicado ao ensino dos conteúdos de Gravitação que envolve: energia potencial gravitacional, velocidade de escape, movimento circular uniforme, forças, aceleração, lei de Newton para a gravitação, campo gravitacional, entre outros. A opção pelo uso de jogos, vídeos, simulador e o jogo digital (Angry Birds Space), se deu pelo fato de o mesmo auxiliar na construção de conceitos, estes relacionados aos conteúdos selecionados. Este, foi escolhido por ser um jogo popular e de fácil acesso, uma vez que dispõe de versão gratuita para a plataforma android (a mais utilizada em nosso contexto).

No entanto, é importante destacar a motivação o que despertou o interesse na construção desta proposta. Foi considerado as dificuldades na disciplina de Física apresentadas pelos estudantes e observadas durante o projeto. Essas dificuldades, provocou inquietação e vontade de propor uma metodologia que atraísse a atenção dos estudantes voltadas para a disciplina. Nesta busca, percebeu-se as possibilidades de interação como: Aulas práticas, uso de jogos, simulação, filmes, entre outros.

Portanto, devemos destacar que qualquer que seja a atividade escolhida pelo professor, esta com o objetivo de abordar conceitos de Física, deve-se apresentar com um caráter problematizador, não caracterizando atividades de aplicação direta de conceitos de fórmulas, já conhecida pelos estudantes e de baixa aceitação, que não contribui efetivamente para a aprendizagem. A problematização, ao contrário, promove a criação de atitudes com caráter investigativo e reflexivo, o que fomenta uma melhor compreensão de conceitos.

²Gamificação: Vem do inglês Gamification, é a prática de aplicar mecânicas de jogos em diversas áreas, como negócios, saúde e educação. Seu principal objetivo é aumentar o engajamento, despertar a curiosidade e motivar os usuários.

Para atender e executar esta proposta, elencamos três questões de pesquisa que pretendemos responder durante o desenvolvimento desta proposta.

- Uma proposta didática com aporte no uso de jogos e o lúdico é adequado para o Ensino de Física?
- A utilização de jogos em sala de aula pode favorecer o processo de ensino e aprendizagem da Física no Ensino Médio?
- Em que medida essa metodologia é aceita pelos estudantes e, em suas visões ela favorece ou dificulta o processo de ensino e aprendizagem da Física?

Afim de responder as questões de pesquisa estabelecidas, iremos dispor de um aporte teórico voltado para o Uso de jogos no Ensino de Física, alicerçados a Teoria Interacionista de Lev Vygotsky.

Diante do exposto, elaboramos uma proposta que tem sua construção baseada em materiais que estão ao alcance do professor, como experimentos ilustrativos, jogos construídos com materiais de baixo custo, vídeos e simulação disponíveis na web. Esta proposta, consiste na aplicação de uma Sequência de Ensino, tendo como objetivo dispor de um Produto Educacional, em que, sua aplicação consiste em verificar as potencialidades do uso de jogos como ferramenta metodológica para a construção de conceitos de Física, mais especificamente conceitos relacionados a Gravitação.

2. REFERENCIAL TEÓRICO EM ENSINO E APRENDIZAGEM

2.1 O Uso de Jogos no Ensino de Física

É importante destacar que os jogos fazem parte do cotidiano humano em vários momentos da vida, a criação destes se dão devido à necessidade que o homem apresenta e porque estão imersos em uma cultura em que o jogo é participante ativo dela. Além disso, os jogos e as brincadeiras possuem papéis importantes para a concretização da formação do sujeito, auxiliando na adaptação da realidade, como um facilitador na aprendizagem e no desenvolvimento do comportamento cognitivo (MEIRA, PINHEIRO, 2012).

De acordo com Meira e Pinheiro (2012), ao jogo cabe a diversão, a criatividade, o desafio, a competição e o prazer que movimenta o ser humano. De acordo com estas características, este é responsável por colocar o indivíduo em um nível diferente do que se encontra, como também estabelece uma relação de entretenimento entre os sujeitos envolvidos no processo. Desta maneira, o uso de jogos aproxima o sujeito do objetivo que o mesmo deseja, permitindo que o sujeito (jogador) alcance seus anseios e metas, auxiliando este estabelecer estratégias, metas e maneiras de se alcançar o seu objetivo.

Diante desta perspectiva, Moita et al (2012) defendem que o uso de jogos no ensino seja capaz de possibilitar uma nova forma de aprender, em que este tem a capacidade de envolver diversão, interação, motivação e desenvolvimento do interesse do estudante na construção do conhecimento, a partir de estratégias estabelecidas pelos jogos. Como também, acredita-se que para despertar o interesse nos estudantes, é necessário tanto a apresentação dos conteúdos que se deseja ensinar como também o objetivo referente, que este se enquadre em um contexto sociocultural. Desta forma, confirmando as ideias de Vygotsky que defende o estímulo que pode ser dado a um estudante autônomo, que é capaz de construir seu próprio conhecimento sobre temas que o chame a atenção e de seu interesse.

Portanto, podemos definir que o jogo é uma atividade rica e de grande efeito que responde as necessidades lúdicas, intelectuais e afetivas na vida do sujeito, que consequentemente estimula a vida social e representa importantes contribuições voltadas para a aprendizagem. Em suas estruturas podemos perceber que este apresenta características e regras definidas para o jogo, tais regras e características estimulam aos participantes cumpri-las com êxito para se chegar ao objetivo do jogo com sucesso.

Uma das características mais importantes é a sua separação da vida cotidiana, constituindo-se em um espaço fechado com regras próprias definidas, mas mutáveis, onde os participantes atuam de forma descompromissada em uma espécie de “bolha

lúdica”, que, durante o jogo, não tem consequências no mundo exterior; porém, essa experiência enriquecedora é absorvida pelos participantes e podem refletir no mundo exterior de maneira muito positiva (PEREIRA et al., 2008, p. 14).

Diante desse contexto, afirmamos que os jogos se baseiam no interesse pelo lúdico que independe da faixa etária. Considerando esta perspectiva, os jogos podem promover ambientes de aprendizagem atraentes e gratificantes, podendo então, ser considerado um recurso poderoso de estímulo para o desenvolvimento integral do estudante em um ambiente escolar (PEREIRA et al., 2008). Acredita-se que o uso de jogos voltados para o Ensino de Física, podem ser capazes de estimular a participação e busca, potencializando o processo de ensino e aprendizagem, além de permitir aos estudantes e professores, novas formas de construir saberes.

Quando nos referimos a educação e a importância do uso de jogos voltados para este fim, entendemos que a diversão possibilita alcançar a aprendizagem desejada e experiências cotidianas, de acordo com Lopes (2001):

É muito mais eficiente aprender por meio de jogos e, isso é válido para todas as idades, desde o maternal até a fase adulta. O jogo em si, possui componentes do cotidiano e o envolvimento desperta o interesse do aprendiz, que se torna sujeito ativo do processo, e a confecção dos próprios jogos é ainda muito mais emocionante do que apenas jogar. (LOPES, 2001, p. 23).

Quando passamos a compreender que o conhecimento é resultante de trocas, de interações entre o sujeito e o meio em que está inserido, este por sua vez passa a ser considerado uma ferramenta importante nos processos de ensino e aprendizagem. Portanto, é importante compreender este processo, para que o uso de jogos não seja percebido pelos estudantes como algo divertido, mas, que seja possível através do seu uso possibilitar que estes desafiem o raciocínio de cada sujeito (PEREIRA et al., 2008). Ou seja, nosso interesse é que o estudante se posicione como um sujeito ativo e participativo do processo, sendo responsável pelas suas ações, escolhendo estratégias e sendo capaz de reconhecer seus erros, para que assim, possa construir novas estratégias até se alcançar metas e objetivos estabelecidos pelos jogos. Nesse viés, o jogo educativo deve proporcionar um ambiente crítico e reflexivo, permitindo aos estudantes que se sensibilizem para a construção do seu conhecimento, fazendo uso de ferramentas e oportunidades poderosas para o desenvolvimento de suas percepções.

Neste contexto, quando falamos de jogos educativos, estes são elaborados com o objetivo de divertir os estudantes e potencializar a aprendizagem de conceitos, conteúdos e habilidades que podem ser trabalhadas através do uso de jogos. Desta forma, um jogo educativo pode proporcionar ao estudante um ambiente de aprendizagem rico e complexo. Isto acontece

quando o jogo se torna um espaço para pensar, em que os jovens encontram oportunidades de desenvolvimento, sendo o jogo caracterizado da seguinte maneira:

[...] organiza e pratica as regras, elabora estratégias e cria procedimentos a fim de vencer as situações-problema desencadeadas pelo contexto lúdico. Aspectos afetivo-sociais e morais estão implícitos nos jogos, pelo fato de exigir relações de reciprocidade, cooperação, respeito mútuo. Relações espaço-temporais e causais estão presentes na medida em que a criança coordena e estabelece relações entre suas jogadas e a do adversário (BRENELLI, 2001, p.178).

Ao fazer uso de jogos como ferramenta metodológica para o Ensino de Física, normalmente utiliza-se o lúdico porque o prazer é decorrente e, por esta razão, o jogo em sua maioria é bem recebido pelas crianças, adolescentes e muitas vezes pelo próprio adulto. Portanto, acreditamos que envolver a Física nesse ambiente lúdico de jogos educativos, pode através de seu uso, proporcionar uma sensação de estar em oposição a situações formais e corriqueiras do cotidiano dos estudantes. Em que a situação de prazer, tensão e alegria podem colaborar com o processo educacional, potencializando o processo de ensino e aprendizagem.

2.2 Jogos como uma Ferramenta Pedagógica

Ao longo do tempo a educação na escola abriu espaço para novas possibilidades, sendo uma delas a utilização dos jogos, que pode auxiliar o professor em suas atividades. Diversas pesquisas apontam o rumo promissor que essas atividades estão tomando. Ainda nessa perspectiva, Arouca (1996, p.2) afirma que: “O uso do jogo como uma ferramenta de ensino se caracteriza como outro tipo de instrumento, em que a intenção é trabalhar ou transmitir ao aluno algum conhecimento, concreto ou abstrato”.

Para o nosso interesse podemos elencar os jogos educacionais e digitais, ou comerciais. Os jogos educacionais são aqueles produzidos especialmente para a educação, são os que estão embasados nas teorias de aprendizagem; como afirma Souza et al (2010). Já os jogos comerciais, durante a sua construção, levam em conta o designer, usabilidade e interface, com apelo voltado para a atratividade e entretenimento. Frosi e Schlemmer (2010, p. 116) consideram que profissionais da educação esperam um “aplicativo que seja capaz de contribuir para o desenvolvimento dos objetivos do contexto educacional”, enquanto os estudantes, pelo fato de o jogo carregar consigo o conceito inerente de diversão, os veem apenas como fonte de entretenimento.

Alguns jogos comerciais que envolvem os conceitos da Física, podem ser encontrados no mercado de games como, por exemplo: Roller Coaster (que envolve conceitos de conservação de energia potencial e cinética), Kerbal, Angry Birds Rio, Angry Birds Space, Civilization, Portal 1 e 2, Screanride, entre outros. Como exposto anteriormente a versão Angry Birds Rio, é estudada no artigo “Angry Birds como contexto digital educativo para ensino e aprendizagem de conceitos matemáticos: relato de um projeto”. No trabalho de Moita et al. (2013), os autores fazem uma avaliação do game para identificar a possibilidade de facilitação da aprendizagem em sala de aula, em uma linha muito similar ao que pretendemos desenvolver com o Angry Birds Space.

Atualmente é bastante comum encontrar jovens que dedicam a maioria do seu tempo praticando games, seja em seu celular, tablet, notebook entre outras mídias digitais e essa aproximação pode ser explorada no campo educacional. De acordo com pesquisadores como Gee (2010), Moita (2007) e D’Ambrosio (1999), as habilidades desenvolvidas com a interação proporcionada pelos games, se mostram úteis para a aprendizagem de diversos conteúdos, incluindo Matemática e Física.

Os games podem ser incluídos nas aulas de Física para proporcionar motivação e engajamento entre os estudantes. De acordo com Tarouco (2004), através do jogo computacional é possível tornar o estudo de conceitos específicos agradáveis e interessantes, nas mais diferentes áreas de ensino, de modo que estes sejam assimilados e apreendidos significativamente pelos educandos. O jogo precisa ser capaz de envolvê-los e motivá-los, principalmente através de desafios, permitindo que o educando estude sem se dar conta de que está estudando.

Para nossa pesquisa, utilizamos jogos educativos elaborados pela autora, entre eles filmes, simulador PhET, e o jogo comercial Angry Birds Space. Este foi escolhido por apresentar uma relação direta com a Física, que nos permite ter uma nova abordagem sobre o conteúdo de Gravitação, tema que temos interesse em aplicar o produto construído, além de ser uma tentativa de abordagem que busca alguma relação com o cotidiano do aluno. Ao mesmo tempo, exploramos um conteúdo em geral não ministrado pelos professores, muitas vezes pelo curto tempo destinado a disciplina no decorrer do ano letivo. Esse modelo é uma tentativa de seguir uma rota alternativa ao que salienta Simões (1994), quando afirma que o ensino hoje se ajusta a simples transmissão de conhecimentos prontos, desvinculados da realidade dos alunos e descontextualizados.

2.3 A Teoria Interacionista de Lev Vygotsky e Zona de Desenvolvimento Proximal

Quando falamos em ensino, comumente explicitamos uma teoria que fundamenta e explica os processos pelos quais conhecemos o mundo. A maneira como o homem conhece, e como ele estabelece um sentido para a sua vida no ambiente em que vive, torna-se instrumento usado no processo educativo. Para compreender os processos de ensino e aprendizagem e o meio em que se desenvolvem, utilizamos a teoria de Lev Vygotsky, em que o mesmo, apresenta estudos específicos sobre aprendizagem, entendendo não ser uma mera aquisição de informação que acontece a partir de uma simples associação de ideias armazenadas na memória, mas que se relaciona com um processo interno, ativo e interpessoal.

A interação social é o veículo fundamental para a transmissão dinâmica (de inter para intrapessoal) do conhecimento social, histórica e culturalmente construído. Essa interação implica um mínimo de duas pessoas intercambiando significados; implica também certo grau de reciprocidade e bidirecionalidade entre os participantes desse intercâmbio, trazendo a eles diferentes experiências e conhecimentos, tanto em termos qualitativos como quantitativos. Crianças, adolescentes, adultos, moços e velhos, geralmente não vivem isolados; estão permanentemente interagindo socialmente em casa, na rua, na escola, no trabalho (MOREIRA, 2008, p. 5).

Para Vygotsky, as interações estabelecidas entre os sujeitos durante sua vida são fundamentais para o desenvolvimento cognitivo e linguístico de qualquer indivíduo, permitindo a este, o comprometimento em suas ações sociais.

Segundo Rabello e Passos (2006), o teórico Lev Vygotsky foi o primeiro psicólogo moderno a sugerir artifícios em que a cultura se torna parte da natureza de cada pessoa ao insistir que as funções psicológicas não são produto apenas de atividade cerebral. De acordo com Moreira (1995), para L. Vygotsky, o desenvolvimento cognitivo não ocorre independente do contexto social, histórico e cultural. Além disso, o mesmo destaca que os mecanismos, que dão origem ao desenvolvimento cognitivo, são de origem e de natureza sociais, próprios do ser humano. Vygotsky enfoca, que é importante considerar as interações social presentes entre sujeito e o meio; ou seja, sua questão de análise não é o indivíduo, tampouco apenas o contexto, mas a interação entre eles.

A interação social é, portanto, na perspectiva Vygotskyana, o veículo fundamental para a transmissão dinâmica (de inter para intrapessoal) de conhecimento social, histórica e culturalmente construído. Para Vygotsky, a interação é fundamental para o desenvolvimento cognitivo e linguístico de qualquer indivíduo. Contudo seus mecanismos são difíceis de identificar, qualificar e quantificar com precisão (MOREIRA, 1995, p.112).

Portanto, entende-se que a interação social supõe envolvimento ativo de ambos participantes, em que acontece trocas de ambas as partes, trazendo aos sujeitos envolvidos no processo, diferentes experiências e conhecimentos, tanto de termos qualitativos como quantitativos.

Na abordagem vygotskyana, o homem é visto como alguém que transforma e é transformado nas relações que acontecem em uma determinada cultura. O que ocorre não é uma somatória entre fatores inatos e adquiridos e sim uma interação dialética que se dá, desde o nascimento, entre o ser humano e o meio social e cultural em que se insere. Assim, é possível constatar que o ponto de vista de Vygotsky é que o desenvolvimento humano é compreendido não como a decorrência de fatores isolados que amadurecem, nem tampouco de fatores ambientais que agem sobre o organismo controlando seu comportamento, mas sim como produto de trocas recíprocas, que se estabelecem durante toda a vida, entre indivíduo e meio, cada aspecto influenciando sobre o outro (NEVES; DAMIANI, 2006, p. 7).

Em seus estudos, Vygotsky enfatiza o processo histórico-social, como também o papel da linguagem no desenvolvimento do indivíduo. Mas a sua questão principal é a obtenção dos conhecimentos através da interação sujeito e o meio em que se encontra. Para ele o sujeito é interativo, adquire conhecimento através de relações intra e interpessoais e também de trocas com o meio, a partir de um processo estabelecido como mediação. O professor (educador) pode executar este processo de mediação entre o sujeito e o meio em que o mesmo está inserido, para a concretização da aprendizagem.

Diante dos estudos que Vygotsky realizou durante sua vida como pesquisador, um dos conceitos mais discutidos é o da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) que foi criado em seus últimos anos da vida, no período entre 1932 e 1934, de modo que pudesse responder a conexão existente entre o desenvolvimento dos sistemas psicológicos e as práticas sociais (ALVES, 2005).

O conceito de ZDP foi importante para a concretização das teorias de Vygotsky, e suas contribuições para o ensino, de forma que, o processo de ensino e aprendizagem cria zonas de desenvolvimento proximais. O desenvolvimento e o processo de ensino e aprendizagem são independentes em concepção, onde não apenas o desenvolvimento cria oportunidades para o aprendizado, entendido como parte essencialmente do desenvolvimento de funções psicológicas superiores próprios de cada sujeito (ALVES, 2005).

Para Vygotsky, o processo de aprendizagem deve ser olhado por uma ótica prospectiva, ou seja, não se deve focalizar o que a criança aprendeu, mas sim o que ela está aprendendo. Em nossas práticas pedagógicas, sempre procuramos prever em que tal ou qual aprendizado poderá ser útil àquela criança, não somente no momento em que é ministrado, mas para além dele. É um processo de transformação constante na trajetória das crianças. As implicações desta relação entre ensino e aprendizagem para o ensino escolar estão no fato de que este ensino deve se concentrar no que a criança está aprendendo, e não no que já aprendeu. Vygotsky afirma esta hipótese no

seu conceito de zona de desenvolvimento proximal (ZDP). (RABELLO, PASSOS, 2006, p. 6, apud CRECHE FIOCRUZ, 2004, p. 6)

De acordo com o autor, o processo de ensino e aprendizagem é válido quando se antecipa ao desenvolvimento, fazendo com que funções sejam percebidas na ZDP, em que tais funções caracterizam o papel principal da instrução da evolução.

Zanella (1994), diz que “Vygotsky considera que o desenvolvimento e a aprendizagem se inter-relacionam desde o nascimento da criança, ou seja, a construção do sujeito é um movimento dialético entre a aprendizagem e o desenvolvimento”. Essa proposição se opunha as concepções da época: ambientalista, que atribui ao ambiente um grande poder no desenvolvimento humano, afirmando que o homem desenvolve suas características de acordo com o ambiente em que vive; e inatistas, que diz que o ser humano já nasce com as características e capacidades básicas prontas, só depende do amadurecimento para se manifestar.

Para que o indivíduo possa adquirir conhecimentos ele tem que ter a capacidade de estabelecer vínculos com o meio social e interagir com outras pessoas, assim ele também pode estar envolvido na sociedade. De acordo com Mehan (1981) “as estruturas cognitivas e sociais são compostas e residem na interação entre pessoas”, ou seja, para que ocorra o desenvolvimento mental e social da criança ou adolescente, esta deve interagir com outros indivíduos. Assim, podemos afirmar que quando acontece o desenvolvimento mental, também ocorre à aprendizagem a partir da presença de outro ser.

A aprendizagem é uma atividade essencial para o desenvolvimento humano e só ocorre através da interação, ou mediação. Para se atingir o objetivo do saber temos vários fatores que devem estar presentes, um destes é a relação entre o professor e o aluno, bem como, entre o professor, o aluno e o processo de aprendizagem. Essa relação, inclusive, pode ocorrer em qualquer lugar, tendo em vista que tenhamos uma pessoa mais experiente, realizando o papel do professor, orientando outra, não podendo ser apenas uma pessoa, mas qualquer elemento que cumpra o papel de facilitador do processo de aprendizagem; sendo a escola o ambiente organizado pela sociedade para promover a aprendizagem.

Antes do indivíduo se socializar na escola, ele já deve ter passado pelos grupos das famílias, onde começa a sua interação social, mas é na escola que esses grupos se intensificam. A partir dos encontros que são feitos nas escolas, os alunos tem uma experiência diferenciada, uma vez que a escola é o lugar onde se promove a construção e partilha de conhecimentos. Pozo (2002, p. 60) salienta que "possivelmente em toda atividade ou comportamento humano se está

produzindo aprendizagem em maior ou menor dose." Então, até mesmo as conversas informais que são tidas pelos alunos, também são uma forma de aprendizado.

Para expressar melhor a relação entre aprendizagem e conhecimento, Vygotsky passou a compreender dois níveis de desenvolvimento humano: o primeiro é o nível de desenvolvimento real, neste a criança consegue resolver uma série de atividades sozinha; o segundo nível é o desenvolvimento potencial, nesse a criança passa a necessitar da ajuda de um indivíduo (adulto ou uma criança mais experiente), para que possa lhe orientar em certas atividades.

Para Vygotsky, o nível de desenvolvimento potencial é mais produtivo para a criança do que o nível de desenvolvimento real, pois este se refere a ciclos de desenvolvimento já completos, que é algo que ele já viveu ou presenciou, enquanto o nível de desenvolvimento potencial indica o desenvolvimento prospecto que está ligado ao futuro da criança.

Portanto, a distância entre esses dois níveis de desenvolvimentos é caracterizada por Vygotsky como ZDP. Segundo Vygotsky (1996), ZDP é:

Definida como a distância que medeia 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 orientação de adultos ou em colaboração com pares mais capazes. (VYGOTSKY, 1996, p.86).

Assim, podemos dizer que a aprendizagem na ZDP é potencialmente mais desenvolvedora para a criança. A própria escola está vinculada nessa teoria, pois nesse ambiente a criança admite uma maior interação interpessoal, seja com o professor ou com os alunos de sala de aula, de fato a escola é incumbida de estimular o processo de ensino-aprendizagem.

Temos que trabalhar, portanto, com a estimativa das potencialidades da criança, potencialidades estas que, para tornarem-se desenvolvimento efetivo, exigem que o processo de aprendizagem, os mediadores e as ferramentas estejam distribuídos em um ambiente adequado (VASCONVELLOS; VALSINER, 1995).

Tendo em vista que o processo de ensino e aprendizagem pode ocorrer através da interação com objetos, ou de algo que faça a ponte para que ocorra a aprendizagem, podemos dizer que os jogos são mediadores em potencial para o desenvolvimento dos conhecimentos dos indivíduos. Diante deste contexto, consideramos relevante mencionar a importância dos conceitos referentes a ZDP. Baranita (2012) utilizou o conceito de ZDP em vários contextos, mas sempre de forma descritiva. Analisando as formas como utilizava esses conceitos, temos três linhas de pensamentos:

1º O conceito de ZDP enquanto escore que marcava a distância entre a atuação independente do indivíduo e a atuação "assistida", i.e. com a ajuda de alguém mais experiente.

2º A explicação de ZDP enquanto assentada nas diferenças gerais que aparecem no desenvolvimento da criança quando esta se encontra em contextos assistidos socialmente e contextos individuais, direção esta que, na verdade, é uma generalização da primeira, diferenciando-se dessa por não se tratar de escore.

3º A criação da ZDP através do jogo. Aqui o jogar assume o mesmo status que o processo ensino-aprendizagem na interdependência com o desenvolvimento humano, uma vez que a criança vivencia papéis sociais que se encontram muito além de suas possibilidades. (ZANELLA, 1994, p. 100).

Queremos destacar a 3ª linha de pensamento, que versa sobre os jogos. De acordo com a citação acima podemos dizer que o jogo está ligado a um dos elementos que impulsiona o desenvolvimento dentro da ZDP.

Para Vygotsky, o vínculo do jogo com o desenvolvimento é tudo aquilo que interessa a criança, de modo a haver uma transferência onipresente do comportamento do jogo para a vida real. Através do jogo a criança cria a ZDP e pode evoluir, considerando então essa evolução no jogo como um desenvolvimento (LUIZ, 2014).

Nesse contexto, quando a criança está jogando, ela se apresenta em um processo de amadurecimento. Por outro lado, quando a criança está jogando e não consegue completar a tarefa no jogo ela pode pedir ajuda aos próximos; após essa cooperação a criança volta a jogar sozinha, não como uma imitação, mas sim como uma habilidade adquirida.

Quando falamos num processo de desenvolvimento em cooperação não podemos esquecer as ações do professor. Nessa situação em que estamos envolvidos, o professor pode atuar com as normas de duas formas: a primeira é como fechamento e a outra é como abertura. Na primeira norma, a fechada, o professor vai dizer tudo que a criança tem que fazer dentro do jogo, e na norma aberta, o professor planeja as atividades lúdicas, mas a criança tem seu espaço para se divertir (NEGRINE, 1995).

De acordo com Araújo (2000), este destaca que para Vygotsky, a norma aberta que envolve o lúdico traz mais vantagens para o professor, pois a criança vai estar envolvida em um jogo que ela tem o comando. A essência do jogo é a relação que existe entre o imaginário e a vida real, ou seja, é uma nova relação que se cria entre o campo do significado e o campo real.

O vínculo do jogo com o desenvolvimento é, para Vygotsky um fator fundamental, uma vez que, no curso do jogo, a ação subordina o significado e, portanto, tudo aquilo que interessa a criança é a realidade do jogo, já que na vida real, a ação domina o significado. Ele não está de acordo com o jogo seja o protótipo da criatividade cotidiana de uma criança, assim como sua forma predominante. Fala, entretanto, que um objeto no jogo tem um significado distinto fora dele, pois, no mundo da criança, a lógica dos desejos e a satisfação das necessidades domina sobretudo, deixando de lado a lógica real (NEGRINE, 1995, p. 16).

Apesar de termos outros teóricos que falam sobre os jogos e a sua contribuição para o desenvolvimento como, por exemplo, Wallon e Leontiev - vide Câmara (2014), vamos nos dedicar as contribuições de Vygotsky. Pois, devido a sua relevância no campo da educação, como também, a importância que este autor dá a utilização dos jogos no contexto educacional, entendemos que sua teoria reúne elementos necessários para especificar a abordagem que a nossa pesquisa se encaixa. Podendo assim apontar a teoria sociointeracionista de Vygotsky como uma possível base de fundamentação para apresentar o uso pedagógico dos jogos no processo de ensino que planejamos para execução do nosso produto educacional.

3. REFERENCIAL TEÓRICO EM FÍSICA

Neste tópico, destacamos os principais conceitos em Física abordados em nosso trabalho. Conceitos estes que estão interligados com o tema que será trabalhado em sala de aula, o ensino de Gravitação.

O estudo da Gravitação se deu através de questionamentos e investigações feitos na Física através de estudiosos na área. Algumas das primeiras investigações começam a respeito do céu noturno. Por que a Lua não cai sobre a Terra? Por que os planetas se deslocam no céu? Por que a Terra não sai voando no espaço em vez de permanecer em órbita ao redor do Sol? (SEARS, ZEMANSKY, 2008).

Após investigações e estudos realizados no tema, conclui-se que a Gravitação é uma das quatro classes de interações presentes na natureza, sendo a primeira das quatro a ser estudada extensivamente. No século XVIII, Newton concluiu que a interação que faz com os objetos caia em movimentos verticalmente para baixo é a mesma que mantém os planetas em órbitas ao redor do Sol (SEARS, ZEMANSKY, 2008). Após essa construção feita por Newton inicia-se estudos sobre a mecânica celeste, que é o estudo da dinâmica dos astros. Portanto, através dos conhecimentos de mecânica celestes, permite ao homem como determinar e colocar um satélite em órbita desejada ou escolher a trajetória exata para enviar uma nave espacial a outro planeta.

Como mencionado anteriormente, este trabalho se concentra no estudo de Gravitação, mas, para a compreensão deste tema é relevante considerarmos e destacarmos assuntos que nos darão suporte para a compreensão e entendimento do tema Gravitação.

3.1 Gravidade e Força Peso

Para iniciarmos este tópico se faz necessário destacarmos os três princípios fundamentais, que chamamos Leis de Newton do Movimento, sendo estas que constituem a base da mecânica. Essas leis estão formuladas em termos de força e massa, e se faz necessário a menção destes dois conceitos para a compreensão de gravidade e força peso.

Definição de Força e Massa:

Massa

A massa de um objeto é a medida de sua resistência a uma variação de sua velocidade. Temos um exemplo: um carrinho de supermercado é mais difícil de parar quando está carregado do que quando o mesmo está vazio. O sistema carrinho mais sua carga é mais massivo quando carregado (FREDERICK et al., 2004). A massa é uma quantidade escalar, sendo aditiva. Isto é, se unirmos dois objetos de massa m_1 e m_2 , a massa m_{12} do sistema composto é:

$$m_{12} = m_1 + m_2 \quad (3.1)$$

Em laboratórios, costuma-se medir a massa de um objeto com o auxílio de uma balança, com o objetivo de ter uma medida precisa. Este método está presente nos laboratórios e comércios, com o intuito de facilitar atividades cotidianas.

Força

De acordo com a definição de Newton referente ao conceito de Força é: “Força ou pressão, ou agrupamento de um corpo sobre o outro”. Trazendo este conceito, para uma linguagem moderna e coloquial, uma força é um empurrão ou um puxão. Ou seja, empurrando-se um objeto com a mão, exerce-se uma força sobre o objeto. Tal força é o resultado do contato direto da mão com o objeto e constitui um exemplo de força de contato. Outra força usual que podemos descrever, é a força peso de um objeto, que está estritamente relacionada com a força gravitacional exercida pela Terra sobre o objeto. Portanto, a definimos da seguinte maneira: uma força é o que faz com que o objeto acelere. Uma força única atuando sozinha sobre um objeto tem a mesma direção que a aceleração do objeto em relação a um sistema de referência inercial, e o módulo da força é proporcional ao módulo da aceleração (FREDERICK et al., 2004). A força gravitacional mencionada anteriormente, em particular é a que nos interessa e será mencionada durante o decorrer deste trabalho, estando presente em nosso produto educacional em alguns encontros que serão executados.

Após definirmos os conceitos de massa e força, podemos então definir as Leis de Newton, sendo estas constituídas por três Leis (FREDERICK et al., 2004):

1º Lei de Newton

Todo corpo permanece em estado de repouso, ou de movimento uniforme em linha reta, a menos que seja compelido a mudar esse estado em virtude de forças exercidas por ele.

Esta Lei costuma ser chamada de lei da Inercia por que “inercia” significa resistência a uma mudança, esta lei afirma que um objeto tende naturalmente a manter a velocidade vetorial

que tiver, inclusive a velocidade zero. Considerando as definições acima, é possível reformular a 1ª lei de Newton em termos atuais, ou seja, primeiro se um objeto está em estado de repouso ou de movimento uniforme segundo uma reta, então consideramos que sua aceleração é zero. Segundo que usaremos a expressão de força resultante, que significa a soma de todas as forças, sendo assim: “forças exercidas sobre ele”, definimos então desta maneira:

A força resultante $\sum \mathbf{F}$ exercida sobre um objeto é a soma vetorial de todas as forças individuais exercidas sobre ele por outros objetos.

$$\sum \mathbf{F} = \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2 + \mathbf{F}_3 + \dots \quad (3.2)$$

Onde $\mathbf{F}_1, \mathbf{F}_2, \dots$, representam as forças individuais exercidas por outros objetos. O símbolo $\sum \mathbf{F}$ utilizamos este para representar a força resultante, pois a letra grega \sum representa em sua íntegra uma operação de soma (FREDERICK et al., 2004).

2ª Lei de Newton

A variação de movimento é proporcional a força motriz imprimida e atua na direção da reta segundo a qual a força é dirigida.

Esta é a definição dada a segunda lei de Newton, se refere ao movimento, em que este termo “movimento” é referida a uma grandeza que chamamos de momento. O **momento**³ \mathbf{p} de um objeto de massa m em que este se move com velocidade vetorial \mathbf{v} é (FREDERICK et al., 2004):

$$\mathbf{P} = m \mathbf{v} \quad (3.3)$$

Newton considera que a expressão “força motriz” significa a força resultante $\sum \mathbf{F}$. Portanto, se a constante de proporcionalidade entre a “força motriz” e a “variação do movimento” é igual a 1, então podemos definir a segunda lei de Newton da seguinte maneira:

$$\sum \mathbf{F} = \frac{d\mathbf{p}}{dt} \quad (3.4)$$

Além disso, se passamos a admitir que a massa do objeto é independente do tempo t , então consideramos:

$$\frac{d\mathbf{p}}{dt} = \frac{d}{dt}(m\mathbf{v}) = m \frac{d\mathbf{v}}{dt} = m\mathbf{a} \quad (3.5)$$

³ As letras em **Negrito**, representam grandezas vetoriais

Portanto, podemos então considerar que a segunda lei de Newton é o somatório das forças, sendo este igual ao produto da massa pela aceleração do objeto em movimento. Sendo escrita da seguinte maneira (FREDERICK et al., 2004):

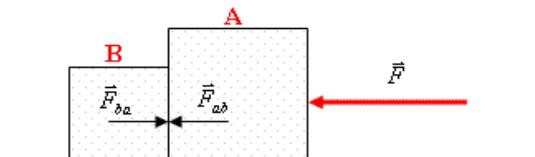
$$\sum \mathbf{F} = m\mathbf{a} \quad (3.6)$$

Essa equação que se chama a segunda lei de Newton, afirma que a aceleração de um objeto é proporcional a força resultante exercida sobre ele, sendo a massa do objeto o fator de proporcionalidade entre a força resultante e a aceleração. Ou seja, se passarmos a considerar uma força resultante para um objeto que apresenta maior massa, este mesmo terá menor aceleração. Concluímos então, que a massa de um objeto é a propriedade que faz com que ele resista a qualquer variação de sua velocidade vetorial. Considerando que a inércia significa resistência a uma variação, podemos então chamar a massa de um objeto de massa inercial.

3° Lei de Newton

Quando falamos da primeira e da segunda lei, estas fazem afirmações sobre um único objeto, enquanto tratamos da terceira lei, irá se referir a dois objetos. Para iniciarmos uma discussão a respeito da terceira lei, necessitamos de dois índices para simbolizar a força \mathbf{F} . O primeiro índice representa o objeto que exerce a força, o segundo representa a o objeto sobre o qual a força atua. Para exemplificar, vamos considerar dois objetos que serão chamados de objetos a e b exercendo forças um sobre o outro (figura 3.1) \mathbf{F}_{ab} é a força exercida por a sobre b , e \mathbf{F}_{ba} é a força exercida por b sobre a . Portanto a terceira Lei de Newton afirma que essas forças são iguais e opostas.

Figura 3.1: Ilustração da 3° Lei de Newton



Fonte: engenhariaciviln13.blogspot.com

Portanto, podemos definir a Terceira Lei de Newton da seguinte forma (FREDERICK et al., 2004): *Se o objeto b exerce uma força sobre o objeto a, então o objeto a exerce sobre b uma força igual e oposta. As forças ocorrem em pares. Não pode existir uma força única.*

$$\mathbf{F}_{ab} = -\mathbf{F}_{ba} \quad (3.7)$$

Quando consideramos dois objetos, estes exercendo forças um sobre o outro, dizemos que existe uma interação entre os objetos. A terceira lei de Newton estabelece a relação entre duas forças que resultam de uma interação. As duas forças \mathbf{F}_{ab} e \mathbf{F}_{ba} costumam ser chamadas de par de forças que recebem o nome ação – reação. Uma das forças chamamos de ação e a outra é chamada de força de reação. Torna-se arbitrário dizer qual delas é chamada de força de ação e força de reação. Concluído, a terceira lei trata de revelar uma simetria subjacente nas forças que ocorrem na natureza.

Com as leis de Newton definidas, podemos então definir os conceitos de Peso e Força gravitacional exercida pelo planeta Terra. Estas grandezas estão relacionadas a objetos que estão sobre a superfície da Terra ou próximo dela. A primeira vamos denominar de força gravitacional exercida pela Terra sobre o objeto e a segunda, o peso do objeto. A partir disso, vamos definir e exemplificar a Força Gravitacional exercida pela Terra. Para tratarmos de Força Gravitacional, vamos considerar um objeto que esteja em queda livre, para este movimento a única força significativa que atua sobre é a força gravitacional exercida pela Terra. Por exemplo, as forças devidas a resistência do ar são desprezíveis. Para que uma pena caia em queda livre, ele deve cair no vácuo. Mas, uma pedra que está essencialmente em queda livre quando cai no ar, desde que a queda não se prolongue muito. Se a velocidade da pedra se torna grande, a resistência do ar passa a ser significativa e a pedra já não está mais em queda livre, sendo a força resultante igual à força gravitacional: $\sum \mathbf{F} = \mathbf{F}_t$ ⁴. Para definirmos Força Gravitacional, aplicamos a esta a segunda Lei de Newton $\sum \mathbf{F} = m\mathbf{a}$, a um objeto em queda livre. Após aplicarmos, temos (SEARS, ZEMANSKY, 2015).

$$\mathbf{F}_t = m\mathbf{g} \quad (3.8)$$

Em que \mathbf{g} é a aceleração do objeto medida em relação a um sistema inercial. Esta expressão nos mostra que qualquer objeto em queda livre em determinado lugar tem a mesma aceleração que qualquer outro objeto em queda livre no mesmo lugar. Isto é, \mathbf{g} é independente

⁴ Chamamos de \mathbf{F}_t a Força Gravitacional exercida pela Terra

da massa do objeto a equação. A equação 3.8 é um exemplo de uma lei de força. Portanto, com essa definição podemos em seguida definir o peso como uma força, sendo representada por esta equação (FREDERICK et al., 2004):

$$\mathbf{F}_p = m\mathbf{g}' \quad (3.9)$$

Em que \mathbf{g}' é a aceleração de queda livre do objeto em relação ao sistema de referência da pessoa que toma a medida. A equação 3.9 escreve que o peso de um objeto é proporcional a sua massa e depende do sistema de referência em que a medida é feita.

3.2 Dinâmica do Movimento Circular Uniforme

O movimento circular, quando este é quase circular, é comum na natureza e em aparelhagens mecânicas (FREDERICK et al., 2004). É através dos movimentos circulares que se torna possível compreender os movimentos dos planetas, pois estes, descrevem orbitas quase circulares em torno do Sol. Para os movimentos de engrenagens, polias e rodas, eles vão ter caráter circular uniforme.

Consideramos que quando um objeto se movimenta em círculos ele está em aceleração, mesmo que sua velocidade seja constante. Há uma aceleração durante o movimento circular uniforme porque o vetor velocidade está continuamente mudando de direção (FREDERICK et al., 2004). Se a velocidade \mathbf{v} de um objeto é constante, chamamos o movimento de circular uniforme, neste movimento, o vetor aceleração aponta para o centro do círculo, seu modulo sendo considerado $a_c = \frac{v^2}{R}$, em que R é o raio do círculo. Como mencionado anteriormente, quando o vetor velocidade aponta para o centro do círculo, definimos a aceleração como centrípeta.

Através da segunda lei de Newton, definimos que quando um objeto se encontra em movimento circular uniforme deve ter uma força exercida sobre ele, dirigida para o centro do círculo (FREDERICK et al., 2004).

Como $\sum \mathbf{F} = m\mathbf{a}$ e \mathbf{a} aponta para o centro do círculo sendo representado pelo modulo $\frac{v^2}{R}$, $\sum \mathbf{F}$ deve também apontar para o centro do círculo, sendo descrito matematicamente da seguinte forma:

$$\sum \mathbf{F} = m\mathbf{a} \quad (3.10)$$

$$a_c = \frac{v^2}{R} \quad (3.11)$$

Fazendo a substituição temos a expressão que descreve o movimento circular.

$$|\Sigma \mathbf{F}| = \frac{mv^2}{R} \quad (3.12)$$

Esta força resultante dirigida para o centro do círculo é chamada de força centrípeta do movimento circular uniforme (FREDERICK et al., 2004). A expressão que representa a “força centrípeta” não está se referindo a qualquer tipo de interação, como quando temos força gravitacional ou força elástica. Esta é própria do movimento circular e indica que a força resultante é dirigida para o centro do movimento circular, sem referências de como a força está sendo reproduzida.

O movimento circular, fornece informações importantes para que possamos compreender os movimentos em círculos, como por exemplos a rotação da Terra em torno das estrelas, sendo um forte aliado na construção dos conceitos de gravitação, tema central deste trabalho.

3.3 Lei de Newton da Gravitação Universal

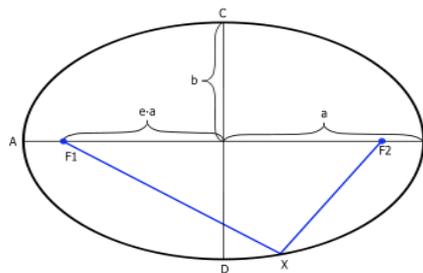
Para este tópico, definiremos a lei básica que governa a interação gravitacional. Esta por sua vez é universal (SEARS, ZEMANSKY, 2008). Com a chegada da lei da gravitação universal, é apresentada quatro etapas fundamentais. A primeira delas é a hipótese sobre o movimento planetário que foi formulado por Nicolau Copérnico, este período foi marcado pelos anos entre (1473- 1543). A segunda etapa se caracteriza pelas cuidadosas medidas experimentais feitas das posições dos planetas e do Sol que foram feitas por Tycho Brahe no período de (1546-1601). As observações feitas por Tycho Brahe foram fundamentais para a compressão de definição dos movimentos dos astros, seu trabalho exemplifica a base da pesquisa experimental e as medidas realizadas por ele constituíram os dados para os que conseguiram pudessem resolver os o que ainda não se compreendia sobre os movimentos dos astros (FREDERICK et al., 2004).

A terceira etapa trata da análise dos dados e a formulação de leis empíricas elaboradas por Johannes Kepler, estas contribuições foram dadas no período entre (1571-1630). Com sua grande habilidade em matemática e em cálculo, Kepler conseguiu montar três leis importantes,

a construção destas leis foi feita através de resultados que ele utilizou obtidos através das observações realizadas por Tycho Bhahe para determinar as orbitas dos planetas, em especial da Terra e de Marte. Com esses dados Kepler conseguiu montar as três leis que recebem o nome das leis de Kepler (FREDERICK et al., 2004), a seguir apresentaremos as leis de Kepler com suas respectivas ilustrações, sendo estas representadas pelas figuras 3.2 e 3.3.

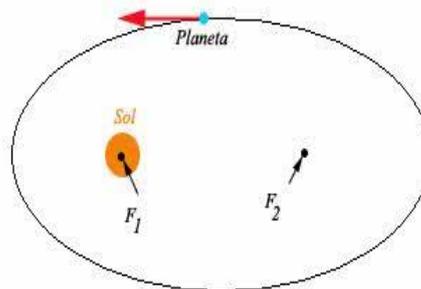
PREIMEIRA 1° lei de Kepler – Todos os planetas se movem em orbitas elípticas que tem o Sol como um dos focos.

Figura 3.2 – Ilustração da 1° Lei de Kepler



Fonte: sites.google.com

Figura 3.3 – Ilustração da 1° Lei de Kepler

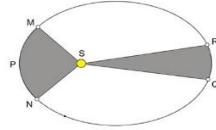


Fonte: sites.google.com

Para a 1° lei de Kepler, consideramos a órbita elíptica, como podemos observar na figura 3.2, nesta imagem temos a representação de uma elipse. Em que a dimensão maior corresponde ao eixo maior, e a é a metade do comprimento do eixo maior, este comprimento chamamos de semieixo maior. Em relação a distância de cada foco ao centro da elipse, este é igual a ea (como mostra na figura 3.2), onde e é um número sem dimensões entre 0 e 1 denominado excentricidade (SEARS, ZEMANSKY, 2008). De acordo com os estudos de Kepler e as definições feitas por ele, as órbitas reais dos planetas são aproximadamente circulares. O periélio corresponde ao ponto mais próximo do Sol na órbita do planeta e o afélio corresponde ao ponto mais afastado do Sol na órbita do planeta.

2° lei de Kepler – Uma reta unindo qualquer planeta ao Sol varre áreas iguais em intervalos de tempos iguais. Sendo esta representada na figura 3.4.

Figura 3.4 – Ilustração da 2° Lei de Kepler



Fonte: sites.google.com

3° lei de Kepler – O quadrado do período de qualquer planeta é proporcional ao cubo da distância média do planeta ao Sol.

Após a construção das três leis, Kepler por sua vez fez uma caracterização do sistema solar, sendo uma descrição que assume a forma de afirmações breves, mas, concentrada e de ampla aplicação, esta estas por sua vez essencial para a compreensão e descrição dos movimentos dos astros.

Com as contribuições de Kepler dadas a Gravitação, Issac Newton introduziu as leis do movimento e a lei da Gravitação Universal. Em seus estudos, Newton elaborou uma teoria que unifica as leis astronômicas de Kepler e a experiência terrestre. Um dos testes realizados por Newton, em que ele submeteu suas leis mostrou que elas davam orbitas elípticas para os planetas, entrando em concordância, com a primeira lei de Kepler.

Portanto Newton verificou que, quando uma força proporcional a $1/r^2$ atua sobre um corpo, as únicas orbitas fechadas possíveis são a elipse e a circunferência, ele também mostrou que orbitas abertas devem ser parabólicas. Esses resultados podem também ser obtidos de maneira direta usando as leis do movimento de Newton e a lei da Gravitação, isso com o uso de algumas equações diferenciais (SEARS, ZEMANSKY, 2008). As contribuições que Newton proporcionou a Gravitação se estende as três leis de Kepler.

Para a segunda lei que está representada através das figuras 3.4, temos que uma reta unindo qualquer planeta ao Sol varre áreas iguais em intervalos de tempos iguais. Newton considerou que este tempo, é um pequeno intervalo de tempo chamado dt , e que a linha que liga o Sol ao planeta descreve um ângulo $d\theta$. A área varrida é dada pelo triangulo sombreado tendo uma altura r e base $r d\theta$ e área $dA = \frac{1}{2}r^2 d\theta$, a taxa com a qual essa área é varrida, dA/dt , denomina-se velocidade setorial (SEARS, ZEMANSKY, 2008):

$$dA = \frac{1}{2}r^2 d\theta \quad (3.13)$$

Através da equação 3.13, percebemos que a essência da segunda lei de Kepler consiste em dizer que a velocidade setorial permanece constante qualquer que seja o ponto da órbita, ou seja, quando o planeta estiver próximo do Sol, r é pequeno e $d\theta/dt$ possui valor grande, quando o planeta se encontra distante do Sol r é grande e $d\theta/dt$ possui valor pequeno.

Para a terceira lei de Kepler, Newton definiu expressões que descrevem essa lei matematicamente. Deduzindo uma relação entre o raio r de uma órbita circular e o período T , o tempo de uma revolução. A velocidade v considerada para esta dedução é a distância $2\pi r$, esta é a velocidade percorrida por uma revolução, dividida pelo período:

$$v = \frac{2\pi r}{T} \quad (3.14)$$

Para obtermos uma expressão para o período T , explicitamos T da equação (3.14) e eliminamos v do movimento em órbitas circulares, em que este é igual a: $v = \sqrt{\frac{G m_T}{r}}$ (SEARS, ZEMANSKY, 2008), feitas as substituições obtemos a seguinte expressão:

$$T = \frac{2\pi r}{v} \quad (3.15)$$

Substituindo o de v temos:

$$T = 2\pi r \sqrt{\frac{r}{G m_E}} \quad (3.16)$$

Resultando em:

$$T = \frac{2\pi r^{3/2}}{\sqrt{G m_E}} \quad (3.17)$$

A equação 3.17 mostra que o período de um planeta é igual a potência 3/2 do raio da órbita. Newton também demonstrou que essa mesma relação também vale no caso de uma órbita elíptica, isso quando substituimos o raio da órbita r pelo semieixo da elipse.

As leis de Kepler foram de fundamental importância para o avanço conceitual sobre o estudo da gravitação. Através delas Newton conseguiu formular a lei da Gravitação Universal. Em seus estudos sobre o movimento da Lua e dos planetas, ele descobriu o caráter fundamental da atração gravitacional entre dois corpos de qualquer natureza (SEARS, ZEMANSKY, 2008). Newton enuncia a lei da gravitação da seguinte forma:

Cada partícula do universo atrai qualquer outra partícula com uma força diretamente proporcional ao produto das respectivas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre as partículas.

Esta lei pode ser escrita matematicamente da seguinte forma:

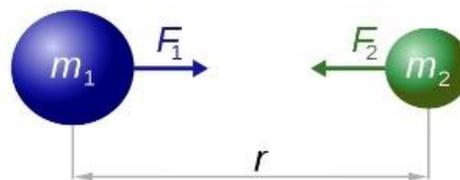
$$F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad (3.18)$$

Em que F_g é o módulo da força gravitacional que atua sobre a partícula, como também m_1 e m_2 são as massas das partículas, r é a distância entre elas e G é uma constante física fundamental que é chamada de constante gravitacional. Seu valor vai depender do sistema de unidades usado.

A equação 3.18 nos mostra que a força gravitacional entre duas partículas diminui com o aumento da distância r . Se essa distância dobra a força se reduz a um quarto, e assim por diante. Sabe-se que no universo há inúmeras estrelas, e que muitas delas apresentam massas muito maiores que a do Sol, mas, por elas estarem muito distantes, sua força gravitacional sobre a Terra pode ser desprezada por ser muito pequena.

Como mostra a figura 3.5, as forças gravitacionais atuam sempre ao longo da linha que une as duas partículas, constituindo um par de ação e reação. Essas forças possuem sempre módulos iguais, mesmo quando suas massas são diferentes (SEARS, ZEMANSKY, 2008).

Figura 3.5 – Ilustração da Força Gravitacional



Fonte: aquafluxus.com.br

Um exemplo a citar, é quando a força de atração que um corpo exerce sobre a Terra possui o mesmo módulo da força de atração que a Terra exerce sobre este corpo.

Em 1687, Isaac Newton publicou seu livro *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*, no qual estabelece as categorias para o desenvolvimento de uma Filosofia Natural mecanicista: As três leis da Mecânica, os conceitos de força, massa e o

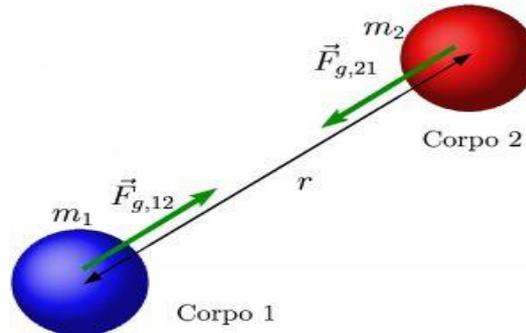
tratamento de trajetórias curvas. Na última parte do livro, ele formula a Lei da Gravitação Universal (DIAS, SANTOS, SOUZA, 2004, p. 264).

Em uma de suas obras considerada a mais famosa, no Principia de Newton (apud Matemáticos da Filosofia Natural NEWTON 1687), ele concluiu que cada corpo do Universo atrai todos os outros, e a esse movimento foi denominado Gravitação. A representação da Gravitação matematicamente, é que cada corpo esfericamente simétrico, ou com representações de partículas, atrai outro corpo com uma força gravitacional com intensidade dada por:

$$\mathbf{F} = - G \frac{m_1 m_2}{r^2} \hat{\mathbf{r}} \quad (3.19)$$

Em que m_1 e m_2 são as massas dos corpos, e r a distancia entre estes corpos (Figuras 3.5 e 3.6), sendo que $\hat{\mathbf{r}}$ é o vetor unitários na direção radial. A constante gravitacional G , tem valor conhecido, sendo aproximadamente $6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 / \text{kg}^2$. O sinal negativo na expressão é convencional e reflete na escola da direção de $\hat{\mathbf{r}}$.

Figura 3.6 – Ilustração da Força Gravitalcional



Fonte: propg.ufabc.edu.br

Portanto, a validação da Lei da Gravitação Universal também conhecida como Lei da Gravitação Newtoniana exige o entendimento e importância da sua estrutura conceitual e principalmente matemática. Quando destacamos a importância da sua estrutura matemática, questionamos a forma da dependência da intensidade da força entre duas partículas e a sua distância de separação, critérios estes importantes para a descrição da Lei da Gravitação Newtoniana. Como Newton menciona em sua obra Principia, o mesmo demonstrou sua extensão e equivalência, da força entre dois objetos esféricos e a distância entre os pontos centrais considerados

Esta abordagem sobre a Lei da Gravitação Universal nos permite explorar várias aplicações, incluindo a mecânica celeste, como os movimentos dos astros já mencionado anteriormente. Portanto, as contribuições teóricas dadas a essa área nos proporcionou avanços tecnológicos, nos possibilitando comunicação, transmissão via satélite, televisão com sinal digital, acesso à internet, entre outros benefícios proporcionados a sociedade.

4. PERCURSO METODOLÓGICO

Neste capítulo, descrevemos a metodologia utilizada na pesquisa, a qual teve como objetivo principal, verificar as potencialidades de utilizar jogos no Ensino Médio para o estudo de Gravitação. Para aplicação da proposta, foram realizadas atividades tanto experimentais como escritas, como estratégia para a construção de conceitos de Física, mais especificamente para conceitos relacionados a Gravitação, bem como foram desenvolvidas metodologias e estratégias pedagógicas utilizando o aporte na teoria Sócio - Interacionista de Levy Vygotsky, no que diz respeito a compreensão de conceitos Físicos.

Para atender ao objetivo, norteamos nossos estudos a partir da chamada “pesquisa qualitativa”, como descreve vários autores (BOGDON, BIKLEN,1994). Pelas especificidades de nossos objetivos, entendemos que o uso da abordagem qualitativa atende as necessidades da pesquisa, possibilitando a descrição da mesma.

4.1 Abordagem Qualitativa e a Natureza do Estudo

Para satisfazer o objetivo desta pesquisa, desenvolvemos a proposta, dentro da abordagem qualitativa, pois acreditamos que esta abordagem consegue atender, da melhor forma, as especificidades dos nossos estudos, bem como facilita a descrição dos eventos relativos à aplicação no nosso Produto Educacional.

De acordo com Bogdan (1994), a fonte de dados é o ambiente natural, constituindo ao investigador o instrumento principal. Os investigadores quando em suas pesquisas, fazem uso de um ambiente que será investigado, como por exemplo: escolas, bairros, empresas, entre outros. Em que os mesmos que serão observados, dando especial atenção ao contexto disponibilizando grandes quantidades de tempo, para realizar suas investigações.

A investigação qualitativa é descritiva em sua totalidade, onde os dados recolhidos são descritos em forma de palavras e não de números; incluem transcrições de entrevistas, vídeos, notas de campo, fotografias, memorandos, como demais registros, que são considerados oficiais em uma investigação qualitativa (BOGDON, BIKLEN. 1994). Como também, a investigação qualitativa, interessa-se mais pelo processo que pelo seu resultado final, pois acredita-se que o processo pode contribuir para melhorias, em que os sujeitos vão se adaptando a mudanças, sendo possível alcançar os objetivos da pesquisa que pretendesse realizar.

É comum para investigações qualitativas em educação, procurar questionar os sujeitos com frequência permitida pelo acesso ao ambiente de desenvolvimento das atividades planejadas, com o propósito de analisar a maneira como os sujeitos percebem ações e como interpretam experiências vivenciadas, bem como a maneira que eles estruturam o mundo social que compartilham.

Para que os sujeitos qualitativos consigam estabelecer seus objetivos, os mesmos desenvolvem estratégias que tomam em consideração as experiências, vivências dos sujeitos, em que o meio utilizado favorece o diálogo, de modo que, tanto os investigadores, como os sujeitos, não são abordados de forma neutra. Outro conceito importante que devemos salientar em investigações qualitativas se refere ao uso de perspectivas fenomenológicas, mais especificamente a abordagem fenomenológica, que consiste em estudar e analisar o comportamento humano.

Na abordagem, fazem uso de um conjunto de asserções que definem das que se utilizam quando se estuda o comportamento humano com o objetivo de descobrir “factos” e “causas”. Os investigadores fenomenologistas tentam compreender o significado que os acontecimentos e interações tem para as pessoas vulgares, em situações particulares (BOGDON, BIKLEN, 1994, p. 14).

Entende-se que a abordagem fenomenológica se faz indispensável, quando um dos objetivos da investigação qualitativa seja observar o comportamento dos sujeitos envolvidos, em que o investigador se apresenta um interpretador das vivências dos sujeitos, em função de interações que os mesmos apresentam com os demais e com o ambiente em que se encontram. Cabe também ao investigador observar os fatores e causas que influenciam nos comportamentos dos sujeitos, sendo sagais em suas investigações e estabelecendo estratégias para uma coleta de dados satisfatória.

4.2 Público-Alvo

Esta proposta metodológica para o Ensino de Física, foi aplicada em uma disciplina Eletiva, sendo ofertada semestralmente. Essas disciplinas têm caráter interdisciplinar, sendo composta por alunos de séries diferentes, ou seja, uma turma mista. A cada semestre, a escola oferta uma média de nove Eletivas, em que os estudantes optam a matrícula por uma delas. Portanto, nossa proposta foi executada em uma disciplina Eletiva, contendo 30 (trinta) alunos (inicialmente) de turmas de primeiro e segundos anos do Ensino Médio.

Iniciamos nossos encontros com 25 (vinte e cinco) alunos matriculados, sendo 7 (sete) alunos do primeiro ano, e 18 (dezoito) do segundo ano. Estes, permaneceram matriculados na disciplina durante todo o semestre.

A apresentação será feita em duas seções, cada uma delas abordando o percurso metodológico seguido nas respectivas etapas da pesquisa.

4.3 Elaboração da Proposta de Intervenção

Tendo como alicerce o aporte teórico da pesquisa na Teoria Sócio - Interacionista de Vygotsky, iniciamos a elaboração da proposta a ser utilizada nos seguintes pontos:

Apresentação da proposta durante o evento, a feira das eletivas, convite feito aos alunos para participarem da intervenção:

Os estudantes matriculados, nosso público alvo, é constituído por moradores da zona urbana do Município de Araruna – PB, pertencentes a uma escola da rede pública de ensino, cursando o nível médio de ensino na modalidade integral.

Escolha do tema a ser apresentado:

A escolha do tema Gravitação se deu através das observações feitas pela Professora, visto que este assunto é mantido nos últimos capítulos dos livros didáticos, e devido o tempo relacionado aos dias letivos, muitas vezes não é apresentado para os estudantes no 1º ano. Outro critério estabelecido para a escolha do tema, foi por ser um conteúdo que apresenta um grande número de conceitos físicos envolvidos, bem como situações que podemos observar em nosso cotidiano. Além disso, pela importância que o conteúdo assume dentro do currículo de Física para os estudantes matriculados no Ensino Médio.

Definição dos tipos de jogos a serem realizados:

Os jogos escolhidos se deram principalmente pela possibilidade de serem trabalhados em uma abordagem investigativa e problematizada, como também de promover um ambiente de interação para os estudantes, utilizando-se do convencional, como o uso da lousa, apostilas e livro didático. Contudo, procurou-se a cada encontro, encerra-los com a execução de jogos e exercícios sob uma nova perspectiva, uma nova roupagem. Essa opção foi pensada em apresentar ao professor, mesmo aquele que não tenha recursos em seu ambiente de trabalho, sendo uma proposta viável com uso de materiais de baixo custo, de desenvolver jogos simples, que consiga satisfazer os objetivos da aula, fazendo uso de uma abordagem investigativa e um ambiente de interação entre os estudantes.

Estruturação da proposta de Intervenção:

A proposta foi elaborada no formato de Sequência de Ensino, tendo cada uma das etapas um tema central e um jogo construído para cada uma delas, com o papel de conduzir para uma construção de conceitos envolvidos na situação apresentada.

4.4. A Intervenção

Esta etapa foi desenvolvida em uma escola da rede estadual de ensino, na cidade de Araruna – PB, com estudantes cursista do nível médio de ensino, na modalidade integral, durante o intervalo de tempo entre os meses de agosto e novembro de 2019. A proposta de Intervenção foi desenvolvida durante 10 (dez) encontros, totalizando 20 (vinte) aulas.

4.4.1. Avaliação da Proposta

A avaliação da proposta foi feita através de um diário de acompanhamento, feito pela professora durante toda a intervenção, como também, através da comparação das aulas práticas, que tiveram a aplicação da proposta, em relação as aulas de física realizadas semanalmente de forma convencional, para analisar as atitudes e comportamentos dos estudantes.

Dentro do universo dos alunos matriculados na eletiva, foi escolhido um grupo de seis 6 (seis) estudantes, sendo estes de 1º ano e 2º ano, constituindo-se assim de uma amostra mista, cujos integrantes apresentam um ponto em comum que é a frequência e assiduidade durante o semestre. Três deles podem ser classificados como estudantes com o desempenho “de bom a ótimo”, pois estes apresentam permanência, participação, colaboração e caráter questionador em relação aos conteúdos trabalhados durante toda a eletiva, além do bom desempenho e as boas notas na disciplina de Física ao decorrer de todo o ano letivo.

Os outros três estudantes, caracterizam um comportamento mediano durante a aplicação da Sequência de Ensino, como também, nas aulas de físicas. Estes se apresentam pouco participativos, em relação as aulas práticas, aos questionamentos feitos e aos jogos apresentados durante a proposta. Nas aulas, no entanto, estes estudantes demonstraram interesse e esforço na aplicação da Sequência, bem como, interação em alguns jogos estabelecidos. Não houveram estudantes que se enquadraram no desempenho “não

satisfatório”. Para compor este perfil precisaria ter representantes que se apresentassem pouco motivados e conseqüentemente baixo desempenho em relação as notas e aprendizagem dos conceitos, durante a aplicação da proposta e das aulas de física.

Os dados para essa análise comparativa foram obtidos a partir de dois momentos: o primeiro deles, relativo a observação das aulas e das notas durante o ano letivo, no qual gerou um material escrito que chamamos de diário de observação, este foi analisado antes da aplicação da proposta. Descrevemos após a análise desse material as características, a participação e desempenho dos estudantes durante as aulas de física. O segundo momento constitui-se do material produzido durante a utilização da proposta (Produto Educacional), para esta fase, foi feito uso de gravação, todos os encontros foram gravados e descritos, para facilitar a análise dos dados.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para este capítulo, nos concentramos a responder nossas questões de pesquisa, que norteiam este trabalho. Descrevemos os resultados obtidos durante a aplicação do Produto Educacional, resultados estes que foram coletados durante as duas etapas que consiste este trabalho, já descritos no capítulo introdutório.

5.1 Apresentação do Produto

Os estudos relacionados ao Ensino de Física indicam, na maioria das vezes, que os problemas levados para sala de aula não têm relevância para os estudantes, estes apresentando em consequência pouco envolvimento e interesse com o processo de ensino e aprendizagem dos conceitos trabalhados no Ensino Médio. Diante deste contexto, muitas são as propostas que trazem metodologias e abordagens diferenciadas, que têm como objetivo promover a melhoria do ensino de conceitos de Física. Tais metodologias e atividades, no entanto, precisam ser executadas e ajustadas para que sejam alcançados esses objetivos que tanto se almeja.

A proposta apresentada neste trabalho, teve como objetivo aplicar e avaliar a utilização de jogos voltados para as aulas com o tema Gravitação, sendo elemento facilitador para a construção de conceitos de Física. O tema escolhido para a realização da proposta trata de concepções sobre astronomia e cosmologia, mais especificamente referente a Gravitação e aos conceitos que antecedem e que estão relacionados a este tema, pretendendo que seja possível a construção de conceitos, a partir das situações propostas relacionadas ao tema. Desta forma, elaboramos uma Sequência de Ensino que foi aplicada em uma disciplina eletiva (mista) contendo alunos de 1º ano e 2º ano do Ensino Médio, na modalidade Integral, no ano de 2019, composta por 25 (vinte e cinco) estudantes, os quais participaram efetivamente das atividades propostas.

A professora pesquisadora ministra a disciplina de Física nos 1º anos e em uma turma do 2º ano do Ensino Médio, como também foi a professora responsável pela a apresentação da disciplina eletiva, na qual aplicamos a proposta de intervenção. A proposta executada, foi elaborada para acontecer em 10 (dez) encontros, que corresponde a 20 (vinte) aulas de cinquenta minutos, somando aproximadamente dezessete horas. Estas aconteciam uma vez por semana, nas segundas feiras, dia em que ocorriam as nove eletivas ofertadas pelo modelo integral de ensino, na Escola Cidadã Integral Benjamin Maranhão.

A proposta baseia sua metodologia no uso de jogos voltados para a construção de conceitos de física, conforme uma abordagem investigativa e problematizada. O uso da abordagem foi escolhido por permitir que o estudante seja estimulado a elaborar procedimentos e hipóteses, gerar discussões e propor novas situações, quando for confrontado com uma situação problematizada que precise resolver. O uso dos jogos no final dos encontros, tem como objetivo central possibilitar aos estudantes interesses, motivação e busca para resolver aos questionamentos estabelecidos, como também, ser participativo e interagir uns com os outros. De acordo com Alves e Bianchin (2010), o uso de jogos na sala de aula é um recurso metodológico capaz de estimular a interação entre os participantes e o interesse referente aos objetivos estabelecidos para serem alcançados durante as aulas, como também é uma atividade lúdica, naturalmente motivadora e estimuladora das relações sociais. Esta, quando aplicada de maneira adequada e ajustada pode permitir aos estudantes explorar sua espontaneidade criativa, promovendo profundas modificações no organismo, sejam intelectuais ou físicas.

É importante explicar que a palavra "jogo" se origina do vocábulo latino *ludus*, que significa diversão, brincadeira e que é tido como um recurso capaz de promover um ambiente planejado, motivador, agradável e enriquecido, possibilitando a aprendizagem de várias habilidades. Dessa maneira, alunos que apresentam dificuldades de aprendizagem podem aproveitar-se do jogo como recurso facilitador na compreensão dos diferentes conteúdos pedagógicos. (ALVES, BIANCHIN, 2010, p. 283).

Neste contexto, reconhecemos que o uso de jogos é um veículo que contribui para o desenvolvimento social, intelectual emocional dos estudantes. Acreditamos que quando o estudante está jogando em equipe ou sozinho, ele experimenta, inventa, explora e, desta forma, sua inteligência e sensibilidade estão sendo desenvolvidas. De acordo com Tezani (2006), os jogos contribuem para os dois aspectos fundamentais da aprendizagem, que são: o cognitivo e o afetivo.

Diante disso, acreditamos que o uso de jogos em ambientes escolares proporciona um ambiente desafiador, capaz de estimular o intelecto, proporcionando, desta forma, um nível mais elevado de raciocínio. Quando grupos de estudantes estão jogando juntos, e quando estes grupos são heterogêneos quanto aos conhecimentos adquiridos, pode haver um mediador entre os grupos, em que as ações dos mesmos e significados delas podem ser relevantes para viver em sociedade ou em uma cultura. Em um jogo, além do estudante interagir com os elementos e regras, que tem uma significação cultural, também está presente a intensa comunicação com os colegas, além da comunicação com o professor(a). Diante destas possibilidades que o uso de jogos em sala de aula permite, trabalhamos com atividades de experimentação, de lápis e papel,

simulação e jogos simples, feitos com material de baixo custo, com questionamentos feitos para os estudantes e questões a serem resolvidas.

Para a análise da intervenção da proposta, usaremos o referencial teórico, a teoria Sócio - Interacionista de Vygotsky, que direcionada para a Física, defende que o desenvolvimento histórico do estudante, acontece do social para o individual. Ou seja, o ser humano só adquire cultura, linguagem e raciocínio se estiver inserido no meio com outros. Para nosso estudo, tivemos como interesse promover um ambiente de interação, com uso de jogos realizados em equipes, voltados para o ensino de Gravitação.

Deve-se salientar que a proposta foi elaborada para alcançar os objetivos em cada atividade desenvolvida, no entanto, essa proposta pode ser modificada e adaptada para outras situações que apresentam propósitos diferentes. Como os jogos, questionamentos, problemas e as discussões que poderão apresentar modificações diante de cada realidade escolar. A Sequência de Ensino que constitui a proposta encontra-se no Produto Educacional.

5.1. Análise da intervenção com uso de Jogos e o Lúdico, no Ensino de Física.

5.1.1. Relato da Intervenção I

Inicialmente os estudantes foram apresentados a ementa da disciplina a ser estudada, as regras do jogo e a divisão da sala em três equipes que competiram durante todo o semestre.

Foram exibidas as atividades e avaliações, que seriam aplicadas durante a disciplina. A divisão das equipes se deu da seguinte maneira: os grupos foram definidos pelos estudantes, e o primeiro grupo a se apresentar foi denominado de Sirius, seguido do Alfa Centauro e Canopus. Os grupos definidos receberam os nomes das três estrelas mais brilhantes no céu. Após definir as equipes, foi apresentado para os estudantes as regras do jogo e o quadro de pontuação, cada pontuação recebeu o nome de planetas, que vai de acordo com a massa, este ficou exposto durante todas as aulas que compõe a Sequência de Ensino.

1º Tabela – referente a pontuação dos participantes

Planeta	Pontuação
Júpiter	100 pontos
Saturno	80 pontos
Urano	70 pontos
Netuno	50 pontos
Terra	30 pontos

Vênus	20 pontos
Marte	10 pontos
Mercúrio	5 pontos

Fonte: Elaborada pela autora.

Com as equipes divididas e a proposta apresentada, foi pedido aos estudantes que em um cartaz, colocassem suas expectativas em relação a disciplina Eletiva, que foi nomeado de Game na Galáxia, como também sobre a metodologia que iríamos utilizar. Sobre as repostas dos estudantes quanto as expectativas, foram positivas. Estes expressaram nos post-its, que foram expostos na sala de aula no primeiro encontro, que gostariam que a disciplina acontecesse de maneira divertida, interessante, dinâmica, legal entre outros adjetivos. Logo, foi observado que os estudantes gostaram da proposta apresentada e depositaram confiança e interesse sobre os encontros que estavam para acontecer.

Após a apresentação da proposta, os estudantes se apresentaram com empolgação demasiada, se mostrando participativos durante o encontro. Nas Figuras 5.1, 5.2, 5.3 e 5.4 são apresentadas imagens referentes a este encontro.

Figura 5.1: Quadro de expectativas dos estudantes



Fonte: Própria

Figura 5.2: Dinâmica realizada com os estudantes



Fonte: Própria

Figura 5.3: Ilustração dos painéis das equipes



Fonte: Própria

Figura 5.4: Quadro de pontuação

Game na Galáxia	
PLANETA	PONTUAÇÃO
Júpiter	100pontos
Saturno	80pontos
Urano	70pontos
Netuno	50pontos
Terra	30pontos
Vênus	20pontos
Marte	10pontos
Mercúrio	5pontos

Fonte: Própria

Sobre os conteúdos que foram ministrados na disciplina, estes foram exibidos na lousa, seguindo uma ordem linear, com o objetivo de chegar no conteúdo desejado, Gravitação. A seguir temos os conteúdos que foram apresentados durante toda a Sequência de Ensino.

- Apresentação da ementa da disciplina
- Gravidade e Força Peso
- Movimento Circular
- As Lei de Kepler (1° e 2° lei)
- 3° Lei de Kepler
- Gravitação Universal de Newton
- Aceleração Gravitacional e Fenômeno das Marés

5.1.2. Relato da Intervenção II

Inicialmente os estudantes foram apresentados ao aparato experimental, que foi utilizado para realizar as discussões em um primeiro momento.

O experimento era composto pela superfície lisa, considerada sem atrito, e o bloco com quatro lados de superfícies diferentes, ainda em situação de repouso. Foi pedido aos estudantes que observassem e realizou-se a seguinte indagação: **O que vocês estendem sobre aceleração da gravidade, ela influência no movimento?** Nesse momento, as respostas aconteceram de maneira intuitiva na grande maioria, eles responderam que é uma aceleração que faz com que os objetos caiam no chão.

“Sem gravidade a gente não consegue ficar no chão.” (E1)

“É a gravidade responsável por fazer as coisas caírem.” (E15)

“A gravidade é responsável por manter a gente na Terra, e quem permite ter as coisas caírem.” (E8)

Com as respostas dos estudantes, a professora complementou afirmando que a aceleração da gravidade está presente no planeta Terra e é responsável pela existência da força peso. A força peso por sua vez, é uma força que puxa os objetos para o centro da Terra. Podemos visualizar esta força em movimentos de queda livre, mencionou a professora.

Posteriormente foi feita a seguinte indagação: **Da maneira que o bloco se encontra, em repouso, ele se moverá em algum momento?** Para este momento, os estudantes foram unânimes em afirmar que não, ou seja, eles responderam que o bloco apoiado na superfície não poderia entrar em movimento. Apresentaram várias justificativas diferentes para incoerência do movimento. Nas Figuras 5.5 e 5.6 constam as imagens do registro desse encontro.

Figura 5.5: Execução do experimento (Plano Inclinado)



Fonte: Própria

Figura 5.6 Execução do experimento (Plano Inclinado)



Fonte: Própria

Destacamos algumas respostas dos estudantes à indagação problematizada apresentada.

“Não vai se movimentar, porque o peso do bloco é pequeno.” (E4)

“Acho que não vai ter movimento não, precisa empurrar o bloco.” (E10)

“Para que esse bloco se movimente, é necessário aplicar uma força, e acredito que depende o quanto está áspero ou liso o contato entre o bloco e a rampa.” (E1)

Diante das respostas, perguntou-se: **O que se precisa fazer para que ele saísse do repouso? O ângulo interfere no movimento?**

Nesse momento, tínhamos a intenção de observar quais possíveis ideias que os estudantes possuíam acerca de como se inicia um movimento. Além de noções de matemática, quando questionados em relação a alteração do ângulo, se este altera o movimento, possibilitando-o ou dificultando. Com essa indagação, pretendia-se que essas ideias nos servissem de problematização para auxiliar na construção dos conceitos de força e movimento. Como já esperado, os estudantes, dentre outras ideias já mencionadas, responderam que para que o bloco entrasse em movimento seria necessário atuar sobre ele uma força, e que se mudarmos o ângulo, este altera o movimento do bloco.

“Se aumentar o peso o bloco ele entra em movimento.” (E24)

“Se aumentar o ângulo o bloco vai descer mais rápido.” (E12)

“Empurra o bloquinho que ele desce.” (E8)

Com as participações e interações dos estudantes com o experimento, foi possível construir o conceito de peso como uma força, e demonstrar que se alterarmos o ângulo este possibilita ou dificulta o movimento.

Em seguida, a superfície do bloquinho foi modificada e indagou-se: **Quando mudo o lado do bloco para superfícies mais ásperas, o movimento muda? E para uma superfície mais polida, este movimento é o mesmo?** Nesse momento, tinha-se o interesse de conhecer as ideias dos estudantes em relação aos tipos de força presentes no experimento, e a partir das contribuições dadas, construir o conceito de força de atrito. Com o questionamento feito, os estudantes responderam que à medida que mudamos as superfícies do bloco, o movimento também muda, pois quanto mais áspera é a superfície, mais dificuldade temos de fazer o bloco entrar em movimento.

“Se a superfície do bloco ficar muito áspera, não tem movimento não.” (E2)

“Quando mais liso, mais fácil o movimento.” (E1)

Esse questionamento feito, nos permitiu construir a ideia de uma força no sentido contrário ao sentido do movimento, que posteriormente definimos como força de atrito.

Para finalizar os questionamentos referentes ao experimento, fizemos a seguinte indagação: **Da maneira que o bloco se encontra sobre a rampa ele se move em algum momento? Se ele se movimenta, qual é a direção deste movimento? O que é necessário fazer para que o bloco entre em movimento?**

O peso é uma força, ela existe apenas em objetos que ficam sobre uma superfície?

Quais forças podem existir no bloco quando está em repouso?

Com as perguntas realizadas, os estudantes foram capazes de identificar as forças que agiam no bloco, quando colocado sobre a o plano inclinado. Respondendo de maneira coerente para cada situação questionada. No caso do plano inclinado, eles compreenderam que o movimento é mais provável de acontecer à medida que o atrito seja menor entre as superfícies. Os mesmos também responderam que a força peso não acontece apenas em objetos que estão sobre superfícies, e sim sobre todos os outros objetos.

“Temos força peso e força de atrito.” (E1)

“Quando o bloco tá em repouso, tem força peso, força de atrito e a normal.” (E3)

“O movimento do bloco é verticalmente para baixo e ele acontece quando aplicamos uma força, ou se aumentar o ângulo.”(E11)

Com as respostas dos estudantes, e conseqüentemente as discussões feitas, foi permitido construir a ideia de que, quanto mais áspera for a superfície, ou seja, a força de atrito for maior, maior também precisará ser a força na direção do movimento. No caso do experimento ilustrativo, o peso do bloco que está sobre a rampa, se faz necessários aplicar uma força ou mudar o ângulo para que este entre em movimento. Então, no intuito de concretizar as ideias, discutimos sobre os efeitos no movimento, da utilização do experimento com os quatro tipos de superfícies presente no bloco.

Quando questionados sobre as forças que estão presentes no bloco, os estudantes ficaram confusos em relação a direção da força normal, muitos responderam que ela estaria no mesmo sentido do movimento, com isso, foi necessário retomar aspectos da decomposição, soma e subtração de vetores. Desse modo, iniciamos a demonstração de cada vetor em suas direções e sentidos.

Ao realizar o diagrama de forças, os estudantes perceberam que, ainda quando o bloco está em repouso, o vetor da força peso está em direção e sentido diferente da força normal, que essa força se opõe a força peso, em que estas no somatório das forças se anulam, pois apresentam direções e sentidos opostos. Foi demonstrado também, que a força de atrito, quando no somatório de forças, para o experimento ilustrado, apresenta direção e sentido oposto. A força que aponta para a direção do movimento, no qual podemos descrever que se comporta como uma força que atua no sentido contrário ao movimento, resulta em uma subtração de forças. Concluiu-se por tanto que, para que tenhamos movimento, é necessário que a força aplicada seja superior a força de atrito, caso contrário o movimento ficará menos provável.

Posteriormente, foi realizado um experimento ilustrativo, com o intuito de observar quais eram as ideias apresentadas pelos estudantes em relação a queda dos corpos e a existência da força peso nos movimentos verticais. Para a realização deste experimento, foi utilizado folha de papel A4 e um livro, colocando-os juntos para soltar em seguida. Adiante, seguraram o livro em uma mão e papel na outra e soltaram novamente. Na Figura 5.7, é mostrado uma ilustração do experimento utilizado.

Figura 5.7: Ilustração da Força Peso em movimento de queda livre



Fonte: experimentos de Física – fc. Unesp

Realizada a demonstração do experimento, indagou-se para os estudantes: **Porque o livro chega primeiro do que a folha ao solo?** Nesse momento, os estudantes, participaram e responderam que o livro chega primeiro ao solo porque sua massa é maior, e isso vai influenciar na direção do movimento. Outros responderam que este movimento acontece porque temos a presença da força peso.

“O livro chega primeiro porque a massa é maior.” (E1)

“A folha é leve, o ar fica influenciando, por isso deve ser mais lento o movimento.” (E12)

Esse questionamento permitiu definir e demonstrar o movimento de queda dos corpos, que este acontece verticalmente para baixo, e que a força peso atua no sentido do movimento. E que quando temos maior massa, que é o caso do livro, este movimento acontece de maneira mais acelerada, pois a resistência do ar sobre este objeto também é menor, visto que devido ao seu peso, este consegue ir rompendo o ar e chegando mais rápido a superfície.

Posteriormente, foi colocada a folha sobre o livro e indagado: **Porque quando a folha está próxima do livro ela cai ao mesmo tempo? Ela ganha o peso do livro? O que permite a folha cair ao mesmo tempo se a mesma não está colada no livro?** Foi possível perceber que os estudantes ficaram confusos e pouco seguros a responder aos questionamentos, apresentando dúvidas.

“A folha caiu igual porque adquiriu o peso do livro.” (E17)

“O vento ajudou a folha não descolar do livro, deve estar no sentido do movimento.” (E19)

As discussões permitiram construir a ideia de que a resistência do ar pode ser considerada praticamente eliminada entre a folha e o livro, permitindo que a folha caia livremente, chegando ao mesmo tempo que o livro na superfície. A professora complementou mencionando que a demonstração anterior, se diferencia desta, por que a força de resistência do ar tem efeito considerável quando a folha não está sobre o livro, devido seu peso, que atua de maneira a frear o movimento da folha.

Em seguida, foi apresentado um experimento de fácil acesso e manuseio, que teve como objetivo provocar questionamentos referentes a força de atrito. Para a realização do experimento, dois estudantes foram convidados para o executar. A base experimental foi constituída por dois livros, no qual, colocou-se uma folha sobre a outra de cada vez para o atrito entre as superfícies aumentar. A medida que o contato entre as folhas se ampliava, impediu os livros de se soltarem quando iniciou o movimento. Para a execução do experimento foram necessárias duas pessoas, cada uma segurou nas pontas dos livros e puxaram na tentativa de solta-los. Com a execução, foi possível perceber, que a força de atrito presente nos livros é bastante considerável. Na figura 5.8 acontece a realização do experimento por estudantes em sala de aula.

Figura 5.8: Execução do experimento (Força de atrito)



Fonte: Própria

Após a realização do experimento, indagou-se: **Ao puxar um dos lados do livro, porque não se soltaram um do outro? O que seria necessário fazer para que os livros se soltassem?** Nesse momento, a intenção era de observar quais as possíveis ideias que os estudantes possuíam acerca de como se dá este movimento. Além disso, buscou-se investigar as forças que atuaram sobre os livros, como também, que os estudantes conseguissem compreender o comportamento da força de atrito existente entre as folhas, percebendo,

portanto, que não é o peso dos livros que os mantem juntos, e sim a força de atrito existente entre eles.

“Os livros não se soltam porque as folhas devem ter ficado coladas umas nas outras.” (E10)

“Tem força de atrito entre as folhas, para soltar tem que aplicar uma força maior que a força de atrito.” (E1)

Diante as respostas, foi feita a seguinte pergunta: **Qual força mantem os livros juntos?** As respostas dos estudantes foram todas no sentido de afirmarem que era a força existente entre os livros, a força de atrito, o que nos levou a discutir e concretizar a ideia de que a força de atrito atua no sentido oposto ao do movimento, e que para esta demonstração a força de atrito que mantem os livros colados é consequência da interação entre os materiais dos quais os livros são compostos, bem como a força que pressiona as superfícies juntas. Perante a discussão existente entre os estudantes e a professora, comentamos que para fazer os livros se soltarem um do outro, é preciso aplicar forças em cada um dos livros, ambas em sentidos opostos, e que esta força a ser aplicada, apresente módulo considerável para conseguir separá-los. Esse feito acontece porque ao puxarmos “para fora” as extremidades dos livros, surge uma força de atrito no sentido contrário que impede o movimento. À medida que aumentamos a quantidade de folhas, a força de atrito multiplicada por esse número tornando mais difícil separar os livros.

Diante das respostas, perguntou-se: **Se no lugar dos livros, substituirmos por listas telefônicas? O movimento é o mesmo?** As respostas dos estudantes foram unânimes, afirmando que não, os estudantes afirmaram que a força de atrito deve ser provavelmente menor, porque listas telefônicas tem um material mais liso, diminuindo o atrito entre as folhas, acreditando que este fator altera o movimento.

“O atrito é menor, a folha é mais lisa, vai escorregar.” (E1)

“O atrito diminui, é menos áspero entre uma folha e outra.” (E3)

“Quando o material é mais liso, o movimento acontece mais fácil.” (E6)

Esse questionamento nos permitiu definir o conceito de força de atrito, com suas causas e ações, discutimos também a questão do material, quanto mais rugoso, maior o atrito entre as superfícies, quando a rugosidade entre as superfícies é menor, é possível visualizar uma maior facilidade em ocorrência do movimento desejado. Com as discussões feitas, percebemos que os estudantes compreenderam o conceito de força de atrito e que está acontecendo quando em

contato com mais de uma superfície, e à medida que a superfície é mais polida, menor a força de atrito existente entre elas.

Com o intuito de realizar a avaliação da aprendizagem, foi pedido, por fim, que as equipes se apresentassem com um representante para iniciar o primeiro jogo, que pontuaria as equipes de acordo com seus acertos durante a execução do jogo.

O jogo referente a Intervenção II, é a CAIXA SURPRESA, sua proposta foi fazer questionamentos as equipes referentes aos conceitos trabalhados durante o encontro, proporcionando, desta forma, interação entre as equipes, que como consequência acarreta em pontuação a ser contabilizada no quadro de pontuação. Dentro da CAIXA SURPRESA, foram realizadas perguntas relacionadas ao conteúdo apresentado durante a aula, ela continha questionamentos de caráter teórico.

Os materiais utilizados para a confecção dos experimentos e do jogo, como também todos os questionamentos feitos neste encontro, estão descritos no Produto Educacional, que foi o material utilizado para a execução desta Sequência de Ensino.

O jogo, proposto pela professora, aconteceu de maneira satisfatória, as perguntas foram sorteadas e respondidas de maneira clara e coerente, em sua maioria, pelos representantes das equipes, este poderia consultar com sua equipe antes de responder, quando respondido de maneira correta marcava pontos para toda a equipe. A equipe que mais se destacou neste jogo, apresentando o maior número de acertos, e conseqüentemente maior pontuação, foi a Alfa Centauri.

Com a apresentação e definição dos conceitos de física, e a proposta de avaliação realizada, podemos concluir-se que para este encontro a metodologia utilizada foi proveitosa e satisfatória, os estudantes participaram de maneira efetiva durante toda o encontro, contribuindo e colaborando, apresentando questionamentos e dúvidas durante o encontro. O uso do jogo foi fundamental para promover a interação entre os estudantes, como defende Vygotsky.

5.1.3 Relato da Intervenção III

Inicialmente, foi apresentado para os estudantes videos disponíveis no Youtube, com uso de uma TV, esses videos apresentavam brinquedos de parques de diversão que descrevem movimentos cíclicos, assunto que foi reservado para este encontro. Após a exibição dos videos, foram feitos questionamentos referente ao movimento circular e onde se pode encontrá-lo. **Perguntou-se aos estudantes: Onde é possível visualizar um movimento circular?** Neste momento, a intenção era de observar quais as possíveis ideias que os estudantes

apresentam em relação aos movimentos circulares, além disso, a pretensão era que com essas ideias fosse introduzido os conceitos referentes ao movimento circular, como descrevê-lo matematicamente e definir suas contribuições para a definição e entendimento relacionado ao tema Gravitação.

“O peneu da moto faz movimento circular.” (E2)

“A hélice do ventilador faz movimento circular.”(E11)

“Tudo que gira como um círculo faz esse movimento, tipo a roda gigante.”(E1)

Este questionamento auxiliou a introdução aos conceitos referentes a este tipo de movimento, como sua descrição matemática, sua atuação e representação vetorial, que foi de grande utilidade para os próximos encontros, quando esquematizamos os movimentos do planeta Terra, como os movimentos de rotação e translação. Após as discussões, foi proposto a confecção de dois experimentos de baixo custo, que ambos ajudam a demonstrar um movimento circular.

Diante disso, perguntou-se: **Como acontece o movimento circular?** Foi possível perceber que, embora os estudantes entendessem como o movimento circular acontece, executando círculos, estes apresentam dúvidas e insegurança para definir o movimento circular. Vejamos o que diz o estudante E5

“Acontece porque gira.” (E5)

Continuou-se o questionamento aos estudantes com a seguinte pergunta: **Quais fatores influência neste movimento?** Para este questionamento, o interesse era que os estudantes fossem capazes de perceber os vetores existentes no movimento circular, e conseguisse conduzir a definição de força e aceleração centrípeta.

“Tem raio no movimento circular.” (E6)

“Tem velocidade no movimento circular.” (E12)

De acordo com as respostas dos estudantes, a demonstração dos vetores existentes no movimento circular foi de extrema importância. Foi mostrado aos alunos os vetores presentes, na lousa, em forma de desenho, como também foi explicado a presença do ângulo entre o centro

da circunferência e do raio e a extremidade, definindo assim, o arco de uma circunferência. Construída esta definição, introduziu-se o conceito de aceleração centrípeta, demonstrado matematicamente na lousa e em exemplos matemáticos, determinando a aceleração centrípeta de alguns objetos, como a hélice de um ventilador (exemplo idealizado, com valores já estabelecidos). Foi feito uso de dois experimentos para a definição de força centrípeta, estes realizados com materiais de baixo custo e confeccionado pelas equipes, com a orientação da professora.

Diante disso, surgiu a oportunidade de indagar: **Quando sopramos no canudo que está conectado a bexiga, após soltar, este consegue fazer o prato girar, executando um movimento circular, quais fatores permite esse movimento acontecer?** Foi possível perceber que, embora os estudantes identificassem a presença de forças atuando no movimento, os mesmos não conseguiram compreender que existe o módulo do vetor velocidade e que este permanece constante, sendo a principal característica do experimento.

“O prato gira porque aplicamos uma força e enchemos a bola e ar é uma força que faz ele girar, aí temos um movimento circular.” (E5)

“O ar que tá na bexiga é a aceleração centrípeta.” (E7)

Com este experimento, pretendeu-se apresentar e definir o Movimento Circular Uniforme que o prato consegue descrever. Foi possível observar que o prato descreveu uma trajetória em uma circunferência, e que o módulo de sua velocidade permanece constante no decorrer do tempo. O objetivo para esse questionamento, era que os estudantes fossem capazes de compreender a existência de uma velocidade. Porém eles não conseguiram perceber que o módulo da velocidade não estava variando, ou seja, foi constante e de direção variável. Sendo possível compreender que a variação da direção deste vetor velocidade caracteriza a aceleração centrípeta e força centrípeta que são responsáveis pelos movimentos circulares.

Em seguida, perguntou-se: **Em relação ao segundo experimento, a construção de uma hélice, porque quando se coloca próximo ao ventilador, ela consegue descrever um movimento circular?** Os estudantes apresentaram respostas divergentes, alguns responderam que esse movimento acontece quando o vento está forte o suficiente para fazer a hélice girar, outros responderam que esse movimento acontece porque agora a velocidade está variando, e com isso vamos ter aceleração centrípeta e força centrípeta.

“O vento que é responsável pelo movimento, é dele que vem a aceleração.”

(E14)

“o vento faz a velocidade variar, por isso que a hélice gira.” (E20)

“O tamanho do raio vai influência no movimento.” (E5)

Percebeu-se então, que os estudantes apresentaram dificuldades em compreender as características das grandezas vetoriais existentes no movimento circular e como acontece a variação dessas grandezas, é notório que as respostas dos estudantes foram de maneira intuitiva, uma vez que essas respostas sofrem influência de seu cotidiano. Quando questionados sobre o vetor velocidade, responderam que existe sim uma velocidade nos movimentos circulares, mas, não conseguiram identificar que para este movimento temos aceleração e uma força bem definida, específica para movimentos circulares, que são resultados da variação do vetor velocidade, presente neste movimento e mencionado em outros questionamentos já feitos.

Com as discussões feitas, conseguiu-se definir o conceito de aceleração centrípeta e força centrípeta, como também, demonstrar esse conceito matematicamente. Posteriormente, foi feito uso do jogo digital disponível na versão Android para smartphones, Angry Birds Space, neste jogo foi possível visualizar o movimento circular executado pelos pássaros quando imersos em um campo gravitacional.

Os estudantes demonstraram empolgação quando foi proposto para eles a utilização do jogo na aula. A professora expôs algumas situações do jogo na lousa e fez a seguinte indagação: **Porque o pássaro quando está dentro do campo gravitacional, muda sua trajetória e altera sua velocidade?** Os estudantes se mantiveram resistentes a apresentar qualquer resposta, o que nos levou a iniciar uma série de questionamentos secundários para construir as ideias pretendidas.

Dessa forma, foi explicado como acontece o movimento e suas causas, como também quais influências tem esse movimento no planeta Terra e em nosso cotidiano. Foi comentado a respeito de situações cotidianas, em que é possível perceber o movimento circular. Após os momentos de interação e discussão, notou-se que os mesmos participaram do encontro de maneira efetiva, colaborando e contribuindo com as atividades e discussões propostas. Na Figura 5.9 observa-se a imagem, captura de tela, de uma situação utilizada do jogo Angry Birds Space.

Figura 5.9: Ilustração do movimento da partícula em um Campo Gravitacional



Fonte: própria

Com o intuito de realizar a avaliação da aprendizagem, foi pedido que os estudantes respondessem, a partir de uma atividade escrita, o jogo caça palavras, que tem como foco conceitos definidos e trabalhados neste encontro.

As equipes teriam que encontrar as palavras referentes aos conceitos e defini-los, a equipe que conseguiu concluir primeiro marcou pontuação máxima, que corresponde a pontuação Júpiter, as equipes restantes marcaram pontuações subsequentes na tabela de pontuação. O Caça palavra utilizado foi o seguinte:

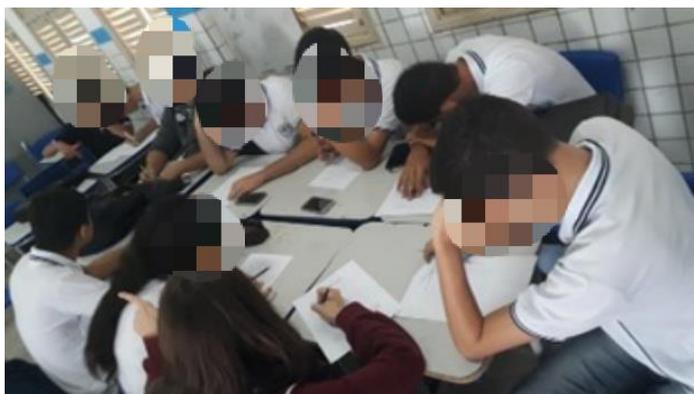
Caça palavras – Movimento Circular

A	L	Q	J	M	B	G	V	D	A	G	I	Y	Y	T
T	O	J	K	M	O	E	L	G	Y	J	P	Y	Y	C
E	K	W	G	D	T	V	U	Y	Q	B	T	E	A	F
P	P	A	O	O	M	F	I	J	A	E	W	G	Z	R
I	M	K	R	Y	I	Y	Q	M	C	K	U	B	P	U
R	O	F	I	R	T	A	N	G	E	N	C	I	A	L
T	C	T	T	E	Z	Y	Z	E	L	N	F	E	Y	S
N	L	N	Z	D	K	W	L	U	E	P	T	D	B	S
E	E	W	O	S	N	K	B	X	R	Z	C	O	A	G
C	Q	K	U	D	Q	T	X	Q	A	A	D	D	T	B
Y	H	Y	V	Z	R	R	C	V	I	N	P	L	D	G
I	A	M	H	D	Y	Y	O	S	F	G	H	S	B	S
G	A	Q	O	G	Q	F	V	U	I	L	H	A	Y	A
U	A	P	K	U	C	P	X	Y	R	B	F	I	C	G
P	Q	X	U	D	Q	H	O	M	B	T	F	K	M	C

Durante o encontro, as equipes se mantiveram unidas e empolgadas, participando e colaborando durante a aula. A equipe **Alfa Centauro** se manteve concentrada todo tempo, interagindo uns com os outros e foram os primeiros a conseguir concluir o caça palavras, esta equipe acertou todas as definições e conseguiram marcar maior pontuação no jogo. A segunda equipe a conseguir marcar pontuação subsequente, foi a equipe Sírios, esta equipe teve dificuldade para definir o conceito de vetor e errou esta definição. A equipe Canopus foi a última a conseguir concluir, esta composta, em sua maioria, por estudantes do segundo ano, apresentou dificuldades para definir os conceitos referente a vetor e força centrípeta, obtendo a menor pontuação para este jogo.

É possível afirmar, que foi um encontro proveitoso, que conseguiu atingir os objetivos estabelecidos para este momento, de acordo com a participação dos estudantes em sala de aula. As três equipes conseguiram realizar com sucesso o jogo, acertando em sua maioria a definição dos conceitos presentes no caça – palavras. A Figura 5.10 apresenta uma imagem que registra o encontro no momento em que os estudantes executam o jogo.

Figura 5.10: Ilustração da equipe Alfa Centauro respondendo o Caça - Palavras



Fonte: Própria

Como mencionando nas descrições referente ao desempenho das equipes, a que conseguiu marcar pontuação máxima neste encontro foi a equipe Alfa Centauro. Mas uma vez, a equipe se mostrou unida e participativa durante os encontros, apresentado melhor desempenho durante os jogos.

5.1.4 Relato da Intervenção IV

A princípio, foi apresentado os movimentos que a Terra executa e as Leis de Kepler. Posteriormente, mostrou-se os estudantes a construção do modelo de mundo estabelecido ao

longo da História. Foi feita uma discussão em sala, apresentando os conhecimentos construídos e sistematizados por estudiosos da época. Explanamos os conhecimentos a respeito das Leis do movimento dos planetas e o posterior desenvolvimento da Lei da Gravitação Universal, as quais tornaram-se possíveis de serem estruturados a partir das observações sistemáticas do céu. Estas por sua vez, foram realizadas desde a Antiguidade até o início da Era Moderna por grandes Astrônomos, destacando-se Tycho Brahe.

Neste encontro, foram feitos questionamentos de como as descobertas acerca do Sistema Solar aconteceram, as consequências dessas descobertas, como também, os avanços trazidos ao mundo da Ciência através delas. Explicou-se aos estudantes como se deu a construção do modelo de mundo ao longo da história, apresentando os Astrônomos que se destacaram, como: Tycho Brahe e Ptolomeu (com o modelo Geocêntrico) entre outros, também o modelo de translação e rotação, enfatizando e ilustrando através de desenhos feitos na lousa e sua devida importância para existência da vida no planeta Terra e consequências trazidas por estes movimentos. Como por exemplo: as estações do ano e os dias e as noites.

Feito as considerações históricas e descobertas feitas por estudiosos da época, ilustrou-se os movimentos e deduções matemáticas, que nos ajudam a compreender tais movimentos. Também foi apresentado neste encontro as explicações acerca do ano bissexto e datas previstas para os inícios de suas respectivas estações. Após feitas as deduções necessárias, foram feitos alguns questionamentos a respeito do que foi mostrado para os estudantes em sala de aula, como: **Sabendo que os movimentos realizados pela Terra, a rotação e translação, são considerados como os dois mais importantes, pois estes exercem influência no cotidiano das sociedades, quais são as consequências principais desses movimentos?** Neste momento, as respostas dos estudantes foram coerentes e satisfatórias, demonstrando propriedade do assunto que foi apresentado em sala de aula, em que as respostas foram condizentes com o assunto referente ao encontro.

“Para definir os meses do ano.” (E3)

“Esse movimento professora, vai definir as estações do ano.” (E5)

“Sem esse movimento não tem dia e noite.” (E12)

Com o questionamento feito, os estudantes se apresentaram participativos, respondendo corretamente ao questionamento que o movimento translação é responsável pelas estações do ano e o movimento de rotação, responsável pelos dias e as noites. Sabendo que esta

consequência se dá, pelo fato de que o movimento de rotação é realizado pela Terra em torno do seu próprio eixo, enquanto o movimento de translação é o que a Terra gira em torno do Sol.

Após a explanação sobre o movimento de translação e rotação, um estudante fez o seguinte questionamento:

“Professora, porque na Rússia tem época do ano que o Sol não dorme por inteiro?” (E1)

Alguns estudantes tentaram responder e realizaram outras perguntas. A mais emblemática delas, foi a seguinte:

“Professora, porque tem países que não tem as estações do ano bem definidas?” (E4)

A professora respondeu a todos os questionamentos, e quando necessário para explicação fez uso de imagens e desenhos para ilustrar os movimentos de rotação e translação, que são estes os responsáveis pelas estações do ano e a ocorrência dos dias e das noites. É sabido que as definições das estações do ano se dá devido ao movimento de translação e este nos dá um Solstício de Verão ou Solstício de Inverno, que acontece no decorrer do ano. Quando temos um solstício de verão, na Rússia, o Sol não dorme por inteiro, este comportamento acontece devido a inclinação do eixo da Terra no verão do hemisfério Norte, os raios solares atingem com mais intensidade essa região que a Rússia está localizada. Quando o inverno chega, acontece o contrário, há dias com apenas quatro horas de sol.

Diante disso, tivemos a oportunidade de indagar: **Por que no mês de Fevereiro temos 28 dias? O que acontece a cada quatro anos que ele acrescenta um dia, ficando com 29 dias? Porque isso acontece? Como chamamos esse efeito?** Dentre as explicações expostas, três chamaram a atenção, representadas nas seguintes falas:

“Quando acontece isso é porque tem ano bissexto.” (E20)

“Isso acontece porque sobra algumas horas no ano.” (E19)

“ Quando Fevereiro tem 29 dias é porque ajusta as horas que sobram.” (E1)

No caso da primeira resposta, o estudante soube identificar que este efeito acontece a cada quatro anos e o chamamos de ano bissexto. Diante da segunda e terceira respostas, os

estudantes compreenderam que durante o ano temos aproximadamente 365 dias e 6 horas, em que as seis horas somadas durante quatro anos, corresponde ao um dia que é acrescentado ao mês de Fevereiro, no qual é chamado esse efeito de ano bissexto para ajustar o calendario.

De maneira geral, diante dos três enunciados, percebe-se que, embora a colocação dos estudantes apareçam de maneira confusa, estes, conseguiram compreender os movimentos de translação e rotação, como suas causas e efeitos, sendo possível, posteriormente, o entendimento referente a gravitação, objetivo da Sequência de Ensino.

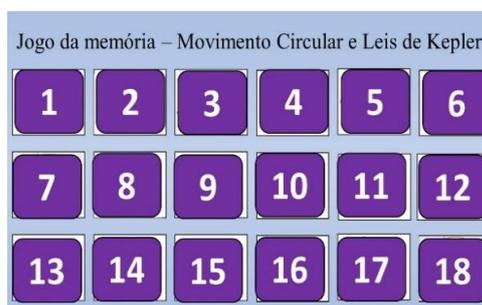
Em seguida, a professora apresentou as Leis de Kepler, e as contribuições dadas por Kepler para os movimentos dos planetas. Para explicação da Lei de Kepler, foi feito uso do Simulador PhET como ferramenta ilustrativa, com o propósito de auxiliar na compreensão dos conceitos. Os estudantes participaram e colaboraram, apresentando discussões, como também, pediram para manusear o simulador. Portanto, foi reservado um tempo para cada equipe manusear o simulador. Os estudantes adicionaram valores diferentes de peso e gravidade, observando as consequências dessas mudanças para o movimento.

O encontro foi consolidado com o jogo da memória, no intuito de realizar a avaliação referente ao encontro. Foi solicitado que as equipes apresentassem seus representantes para participarem do jogo.

O jogo da Memória tem a seguinte estrutura: é composto por 18 (dezoito) peças, totalizando 9 (nove) pares, estes representam os conceitos apresentados e discutidos em sala de aula, como: Movimento de Translação e Rotação e as Leis de Kepler. Após apresentado como seria o jogo, foi definido a pontuação que aconteceu da seguinte maneira: para cada equipe que acerta o par de conceitos e responde o que cada figura significa (seu conceito referente) marca pontuação **Neturno**, quando não acerta passa a vez para a proxima equipe. O jogo foi executado no PowerPoint, com a professora administrando o jogo.

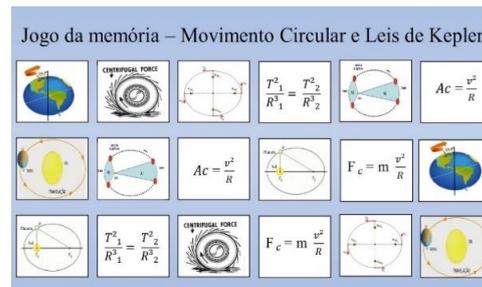
Nas Figuras 5.11 e 5.12 são apresentadas imagens do jogo utilizado e na Figura 5.13 é a imagem referente ao momento de explicação do jogo por parte da professora.

Figura 5.11: Jogo da memória



Fonte: Própria

Figura 5.12: Jogo da memória



Fonte: Própria

Figura 5.13: Apresentação do Jogo da Memória



Fonte: Própria

Durante a execução do jogo, os estudantes apresentaram algumas dificuldades para explicar os conceitos ilustrados em alguns pares. O par referente a terceira Lei de Kepler nenhuma equipe conseguiu definir seu conceito e não marcaram pontuação. Outro par de imagem que os estudantes apresentaram dúvidas, foi o referente a segunda Lei de Lepler que diz respeito a Lei das áreas. A equipe Alfa respondeu que o movimento que o Sol executa ao redor do planeta, ilustrado na imagem, é decorrente do movimento de translação.

Portanto, concluiu-se que os estudantes apresentaram dúvidas referentes as Leis de Kepler, apresentando respostas que não condizem e não satisfazem aos questionamentos feitos, e como consequência, não conseguimos cumprir com os objetivos estabelecidos.

Quando o jogo foi finalizado, a professora apresentou novamente as imagens que as equipes não conseguiram explicar correntemente o conceito ilustrado, nesse momento, foi gerada a discussão para a correta definição, e as dúvidas apresentadas durante o encontro foram sanadas.

Para finalizar o encontro, foi apresentada no painel de potuação a equipe que conseguiu marcar pontuação máxima, esta por sua vez, se destacou com maior número de pares encontrados e acertos dos conceitos ilustrados nas imagens, equipe Sírius. Notou-se que com uso do jogo da

memória como ferramenta avaliativa, foi possível sistematizar os conceitos trabalhados durante o encontro, como também promover interação entre os estudantes. Destacando, que todas as equipes participaram e interagiram, colaborando com a proposta.

5.1.5. Relato da Intervenção V

Inicialmente, foi apresentado o conteúdo referente a Terceira Lei de Kepler e a construção do modelo estabelecido ao longo da história. As discussões propostas em sala, de acordo com os encontros anteriores, nos quais discutimos a Primeira e Segunda Leis de Kepler e seus efeitos foi realizada nessa intervenção. Após as definições, foram apresentadas as contribuições dadas por Ptolomeu para que Kepler conseguisse definir suas três Leis e estabelecer que os planetas executam movimentos elíptico ao redor do Sol. A formulação matemática que define as Leis de Kepler, e suas respectivas demonstrações, foram expostas na lousa para explanação do conteúdo aos estudantes.

Foi mostrado através de imagens e equações matemáticas que a terceira Lei de Kepler é a que define o período dos planetas.

Definimos da seguinte maneira:

Para dois planetas que orbitam em torno do Sol. Os quadrados dos períodos de translação são proporcionais aos cubos dos respectivos raios médios de suas órbitas:

A Terceira Lei, é definida pela seguinte equação:

$$\frac{T_1^2}{R_1^3} = \frac{T_2^2}{R_2^3} \quad (5.1)$$

A Terceira Lei de Kepler descreve o esforço que ele faz para encontrar uma relação entre as órbitas; em outras palavras, as trajetórias dos planetas com os tempos gastos em uma translação completa. Como já definido na Segunda Lei de Kepler, esta descreve que os planetas percorrem áreas iguais em intervalos de tempos iguais, em torno do sol. Com isso, conclui-se que, a Terceira Lei de Kepler que trata dos períodos de translação, estes sendo proporcionais aos cubos dos respectivos raios de suas orbitas, define que quanto mais distante estiver o planeta do Sol, maior será seu tempo de translação. Ou seja, o período de um planeta em torno do Sol aumenta rapidamente com o raio de sua órbita.

Diante deste contexto, afirma-se que a construção das Leis de Kepler representam uma grande realização e triunfo de uma Astronomia moderna que naquele momento dava seus primeiros passos. Kepler com a sua coragem formulou as suas três Leis, que em certa medida, tiveram forte influência de suas crenças. Mas, ele sabia que o mais importante eram as evidências empíricas reveladas através dos dados observacionais, aos quais auxiliaram o mesmo no aporte teórico na construção das suas Leis.

Após as definições apresentadas aos estudantes, foi feito questionamentos referente ao conteúdo trabalhado, as Leis de Kepler. Portanto indagou-se: **Como estudado nesta aula, como se pode definir o movimento dos planetas? Qual Lei de Kepler contempla a explicação do movimento dos planetas?** Nesse momento, a intenção era de observar quais as possíveis ideias que os estudantes possuíam acerca de como acontece o movimento dos planetas, como também, qual Lei descreve melhor os seus movimentos, considerada nos dias atuais. Como já esperado, os estudantes responderam que a Lei que descreve melhor os movimentos dos planetas é a Segunda Lei, sendo esta conhecida como Lei das áreas, na qual relata as áreas iguais, em intervalos de tempos iguais. Quanto ao movimento dos planetas, foi obtido diversas respostas, e observou-se que muitas delas, se apresentaram de maneira confusa e inconsistente.

“Acho que a Lei que descreve melhor é a segunda.” (E1)

“O movimento dos planetas é circular.” (E24)

“Todas as Leis de Kepler são importante e descreve, mas acho que a Primeira e a Segunda são as mais importantes.” (E15)

Nesse momento, foi possível discutir sobre as três Leis, reformulando suas definições e conceitos, através de imagens e ilustrações feitas na lousa para cessar as dúvidas apresentadas pelos estudantes durante o encontro. Posteriormente, os estudantes apresentaram-se curiosos, em relação ao conteúdo e discutiram uns com os outros durante a aula. De maneira geral, os estudantes responderam aos questionamentos feitos durante o encontro, interagiram e colaboraram com a proposta apresentada, em consequência, alcançou-se os objetivos estabelecidos para este encontro.

Para realização da avaliação da aprendizagem dos conceitos discutidos, foi aplicado o jogo **Sopa de Conceitos**, como ferramenta metodológica utilizada nesta proposta, com o intuito de promover interação entre as equipes. Este jogo foi executado com auxílio do PowerPoint, neste, se tinha os nomes dos conceitos, e foi pedido aos estudantes para realizarem a montagem

destes em um painel confeccionado para cada equipe. Para a montagem dos conceitos, as equipes escolhiam dois balões com os conceitos pedidos para a montagem. Em seguida, os estudantes procuraram na caixa as frases que correspondiam cada conceito pedido. A medida que as equipes escolhiam as frases, realizavam a montagem em seus painéis como solicitado pela professora.

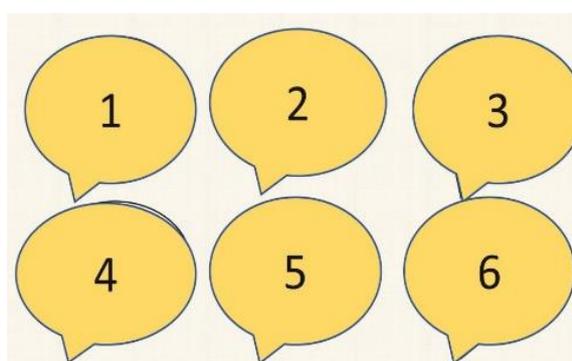
Nas Figuras 5.14, 5.15, 5.16, 5.17, 5.18 e 5.19 observa-se as ilustrações dos elementos que compem o jogo Sopa de Conceitos, e os conceitos pedidos para montar. Todos os conceitos foram apresentados em sala e discutido com os estudantes.

Figura: 5.14 Ilustração da Sopa de Conceitos



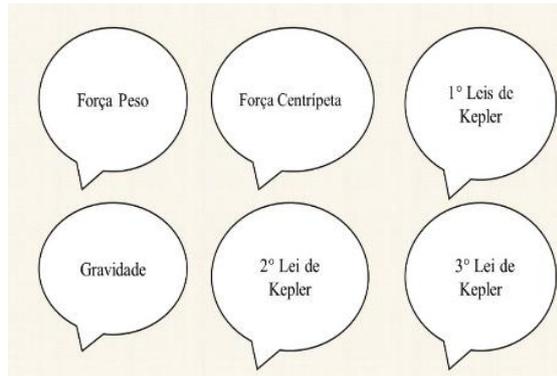
Fonte: Própria

Figura: 5.15 Ilustração da Sopa de Conceitos



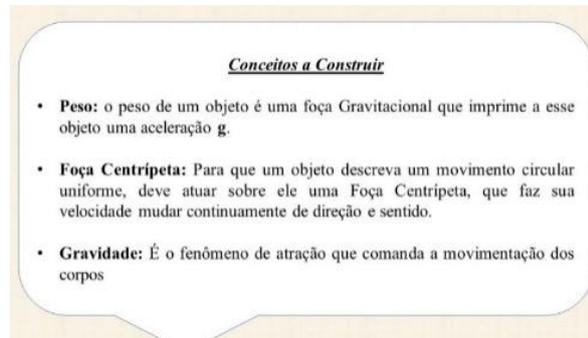
Fonte: Própria

Figura: 5.16 Ilutração da Sopa de Conceitos



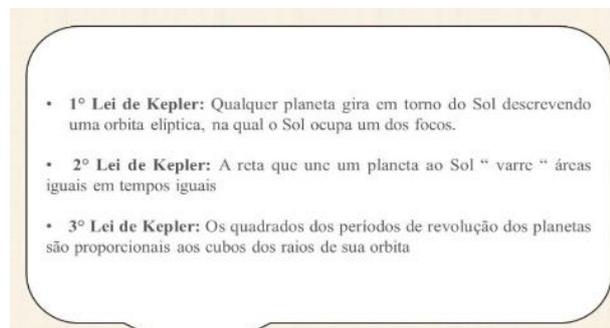
Fonte: Própria

Figura 5.17: Ilutração da Sopa de Conceitos



Fonte: Própria

Figura 5.18: Ilutração da Sopa de Conceitos



Fonte: Própria

Figura 5.19: Frases para a montagem dos conceitos



Fonte: Própria

Durante a execução do jogo, as equipes se apresentaram unidas a realizarem o jogo proposto pela professora. A equipe que conseguiu concluir primeiro e acertou todos os conceitos marcou pontuação máxima e a segunda, teve a pontuação inferior, e assim sucessivamente. A equipe que acertou a definição de todos os conceitos e conseqüentemente marcou pontuação máxima neste jogo, foi a equipe Canopus, apresentando melhor desempenho e interação entre eles, durante o encontro.

Na Figura 5.20 é apresentada a imagem da equipe Canopus montando os conceitos em seu painel

Figura 5.20: Estudantes executando o Jogo – Sopa de Conceitos

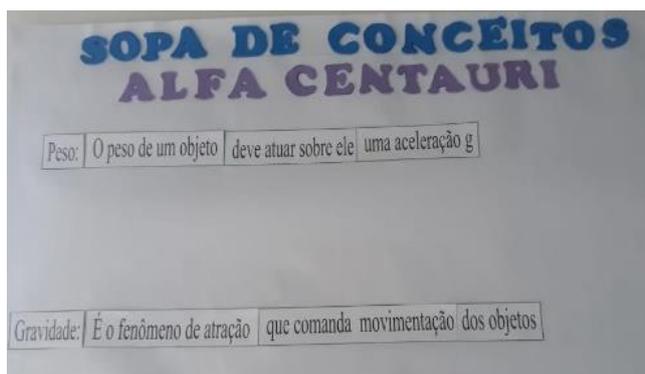


Fonte: Própria

A equipe Alfa Centauro, foi a segunda equipe a marcar pontuação. A equipe não conseguiu acertar os conceitos pedidos, apresentando erros na montagem do conceito referente a peso, eles marcaram pontuação Saturno.

A imagem do painel montado pela a equipe Alfa Centauro é apresentada na Figura 5.21.

Figura 5.21: Pannel, equipe Alfa Centauro

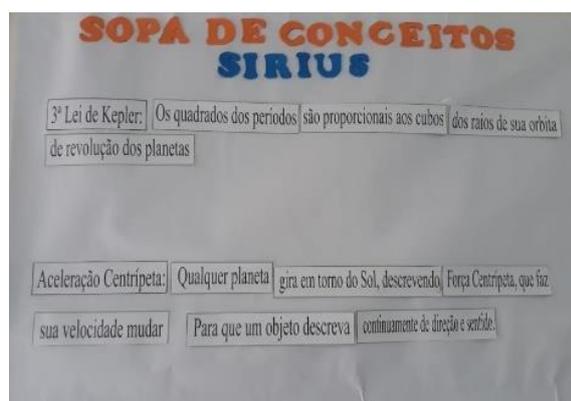


Fonte: Própria

A equipe Sírius, não conseguiu acertar os conceitos sorteados, a equipe trocou as posições das frases quando descreveu o conceito referente a Terceira Lei de Kepler, e quando descreveu a aceleração centrípeta, não fez corretamente. Portanto, marcou pontuação Zero, sendo a equipe que apresentou mais erros e dúvidas na montagem.

Na Figura 5.22 é apresentada a imagem do painel montado pela a equipe Sírius:

Figura 5.22 Pannel, equipe Sírius



Fonte: Própria

Após contabilizar a pontuação de cada equipe no painel de pontuação, a professora aproveitou a oportunidade para corrigir erros conceituais referentes as montagens realizadas pelas equipes, nesse momento foram descritos os conceitos corretamente e através do diálogo se tentou cessar as dúvidas em relação aos conteúdos apresentados neste encontro.

Após a execução do jogo **Sopa de Conceitos**, pôde-se concluir que este foi satisfatório para o objetivo que se pretendia alcançar, os estudantes participaram e interagiram com suas equipes e também com a professora, esta interação foi fundamental para que as equipes

conseguissem montar os conceitos pedidos. Foi percebido também que os estudantes apresentaram dúvidas quanto a montagem, essas dúvidas foram discutidas no final do encontro, com uma discussão sobre o tema em questão.

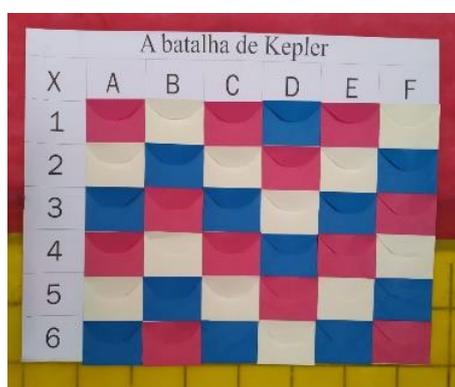
5.1.6 Relato da Intervenção VI

Para este encontro, foi realizado o jogo “Batalha de Kepler”, este por sua vez, é composto por questionamentos referentes a Força, Movimento Circular, Gravidade, Força Peso e as Leis de Kepler. Tais conteúdos foram apresentados em encontros anteriores, seus conceitos foram discutidos através de experimentos, figuras, simulações e jogos. O jogo “Batalha de Kepler” é composto de questionamentos, referentes aos encontros já realizados, em especial ao quarto e quinto encontro, referentes as Leis de Kepler. Nesse momento, com o intuito de promover uma maior interação entre as equipes, intensificou-se a competição adicionando uma premiação e a possibilidade de pontos ganhos ou perdidos.

Para a execução do jogo, as equipes se apresentaram em duplas, estas por sua vez, eram responsáveis por sortear e responder aos questionamentos feitos durante a execução do jogo, podendo pedir auxílio a sua equipe. À medida que as equipes respondiam aos questionamentos, e acertavam, elas marcavam pontuação em seus painéis.

A imagem da montagem do jogo “Batalha de Kepler” é apresentada na Figura 5.23.

Figura 5.23: Exibição da Batalha de Kepler



Fonte: Própria

A “Batalha de Kepler” por apresentar um caráter dinâmico, foi desenvolvida no pátio da escola, por este ser um lugar de dimensões maiores sendo possível executá-la com melhores resultados. Após as equipes se apresentarem, o jogo foi iniciado e cada equipe escolhia um envelope como ilustrado na Figura 5. 23. Após as escolhas, a professora fazia o questionamento

para cada equipe, à medida que as equipes respondiam, quando acertavam, marcavam pontuação. Todos os questionamentos feitos neste jogo, estão descritos no Produto Educacional que se encontra no Apêndice A.

Dos questionamentos feitos, algumas respostas chamaram a atenção, quando sorteada a pergunta 2D (**Faça um breve resumo das três Leis de Kepler para o movimento planetário**), a equipe Alfa Centauro, conseguiu descrever corretamente as três Leis de Kepler, como também, fez uma breve apresentação das contribuições dadas por Kepler durante este período. Outra discussão interessante, que tiveram respostas relevantes, foi quando sorteado o questionamento 6F (**Qual Lei de Kepler descreve o movimento dos planetas, em intervalos de tempos iguais e áreas iguais**). A equipe Sirius, não conseguiu perceber, que estamos tratando da Segunda Lei de Kepler, esta responsável por descrever o movimento dos planetas, com exatidão e considerada até os dias atuais. A dupla da equipe Sirius, apresentou dúvidas em relação ao conteúdo, como também demonstraram pouca interação durante o encontro, sendo esta a equipe que obteve menor pontuação durante este jogo.

“Terceira Lei de Kepler.” (E11 e E21)

Destaca-se o posicionamento da equipe Canopos, quando sorteada a pergunta 6D (**Explique por que a velocidade dos planetas no periélio é maior que no afélio**), a equipe conseguiu responder, de maneira parcial, apresentando dúvidas e insegurança em relação ao conteúdo. Para este questionamento, foi esperado que a equipe respondesse que a velocidade no periélio é maior devido a circunferência ser maior, porém destacando que as áreas tanto do periélio como do afélio apresentam mesma medida. A equipe não ilustrou através de imagens como outras equipes fizeram, descrevendo que a circunferência percorrida no afélio é menor que no periélio, sendo as duas áreas iguais, e conseqüentemente o tempo previsto para o planeta percorrer deve ser igual por definição.

*“No perielio a velocidade acho que é maior, porque está mais perto do Sol.”
(E10 e (E7))*

Imagens referentes a este encontro são apresentadas nas Figuras 5.24 e 5.25.

Figura 5.24: Registros nos quadros de pontuações das equipes



Fonte: Própria

Figura 5.25: Execução da Batalha de Kepler



Fonte: Própria

A pontuação das equipes ocorreu da seguinte forma, quando os questionamentos eram referentes aos conteúdos, estes quando acertavam obtinham pontuação máxima (Júpiter). A estrutura da “Batalha de Kepler” e todos os questionamentos, estão expostos no Produto Educacional.

Com a execução do jogo a “Batalha de Kepler”, conseguiu-se estabelecer um ambiente de disputa, em que as equipes se empenharam para responder de maneira satisfatória. As três equipes, interagiram e participaram, com o intuito de acertar aos questionamentos, movidos ao desejo de vencer a disputa. Notamos que o jogo foi proveitoso diante dos objetivos que desejávamos alcançar, esta conclusão vem das respostas dos estudantes, que apresentaram propriedade referente aos conteúdos apresentados durante a execução do jogo, conseguindo desta forma responder corretamente a maioria dos questionamentos, adquirindo resultados positivos a respeito dos conteúdos estudados.

De acordo com os relatos, após a aplicação do jogo, foi perceptível que este foi o jogo mais bem aceito até esse momento da aplicação da Sequência pelos estudantes. Estes, pediram para a “Batalha de Kepler” ser reaplicado em outros encontros, pois gostaram da maneira como o jogo conseguiu ser atrativo e dinâmico, e os ajudou a compreender o conteúdo. A “Batalha de Kepler” foi o jogo escolhido para exposição em nossa última atividade (Culminância das

Eletivas), exposto para toda a comunidade escolar, em um evento voltado para as propostas desenvolvidas nas disciplinas eletivas ofertadas.

A equipe que conseguiu marcar maior pontuação neste jogo, foi a equipe Alfa Centauro, esta se apresentou empenhada e participativa em todos os encontros, apresentando bons resultados e discussões relevantes, para a construção dos conceitos trabalhados.

5.1.7 Relato da Intervenção VII

Inicialmente, os estudantes foram apresentados a situações do jogo, Angry Birds Space, neste mencionamos a ideia de campo, lugar em que, os pássaros são imersos quando lançados. Com a ilustração da imagem de campo, retirada do jogo digital, iniciamos a discussão referente a campo gravitacional.

Para introdução, o conteúdo referente a Gravitação Universal de Newton, foi lembrado conceitos mencionados nos encontros anteriores, como Leis de Kepler. Essas leis, para serem melhor compreendidas, precisou de um apanhado histórico, no qual foi estudado, que na Grécia antiga, os primeiros filósofos ao tentarem explicar os movimentos dos corpos celestes, propuseram modelos na tentativa de explicar tais movimentos. No encontro sobre as Leis de Kepler, sugeriu-se o primeiro modelo apresentado neste período, que obteve grande aceitação, que foi o modelo Geocêntrico. Tal modelo afirma que a Terra estaria no centro do Universo, e consequentemente os demais corpos giram em órbita circulares ao redor da Terra. Os corpos conhecidos nesta época, e que para eles apresentavam movimentos circulares ao redor da Terra eram: Sol, Lua e os planetas.

Durante o encontro foi comentado que este modelo, passou a ser abalado, pois o mesmo não consegue explicar completamente as observações. Desta forma, Ptolomeu introduziu mudanças a este modelo. Em seu novo modelo, temos a Terra no centro do Universo, mas, os planetas agora giram em torno de um ponto, tendo por sua vez uma trajetória circular em torno da Terra.

O modelo, descrito por Ptolomeu, prevaleceu até o Renascimento. Com as novas ideias descritas por Nicolau Copérnico (1473 – 1543), este propôs um modelo Heliocêntrico, que por sua vez descreve que o Sol se encontra no centro do Universo, enquanto os planetas giram em torno dele. Este modelo prevalece até os dias atuais, considerando os estudos e observações feitas por Kepler.

Após a apresentação dos modelos estabelecidos e as contribuições dadas por Kepler, introduziu-se a Lei da Gravitação Universal descrita por Newton. E que ele, em seus estudos referentes aos movimentos dos planetas feitos com base nas Leis de Kepler, observou que os planetas descrevem órbitas em torno do Sol, por isso, é possível que estes planetas devam estar sujeitos a uma força centrípeta, pois, do contrário, suas trajetórias não seriam curvas. Após tal raciocínio feito por Newton, ele concluiu que as Leis do movimento elaboradas por ele seriam válidas também para corpos celestes. Com isso, Isaac Newton, define que um planeta em órbita circular em torno do Sol, tem-se uma força \mathbf{F} que aponta na direção do Sol, esta representa a força centrípeta que deve atuar no planeta para mantê-lo em sua órbita.

Para explicar como Newton descreveu a Gravitação Universal, foi feito uso de desenhos ilustrados na lousa para demonstrar como Newton descreveu essa Lei, como também se explicou que foi através dos estudos feitos por ele, referentes a Gravitação Universal, que este conseguiu definir a força peso, responsável pela queda dos corpos. Durante as explicações, os estudantes participaram da aula, interagindo com a professora e fazendo perguntas e observações, a mesma respondeu a todos os questionamentos e deu continuidade aos tópicos que estavam previstos para serem apresentados.

Entre as indagações, alguns chamaram a atenção, como:

“Professora, por que somos atraídos por corpos celestes, por exemplo o Sol, se amassa dele aumentar, a Terra vai puxada para o seu centro?” (E3)

Diante da indagação, esclareceu-se que os corpos celestes são atraídos uns pelos outros, como definiu Isaac Newton, na Lei da Gravitação Universal, que estes se atraem, na razão direta das massas e na razão inversa do quadrado da distância. Ou seja, a atração é maior, quanto maior for a massa, e essa razão diminui quando a distância entre os corpos aumenta. Para esta explicação, ilustramos situações diferentes através de desenhos expostos na lousa.

Após a explicação de como Newton definiu a Gravitação Universal, utilizou-se desenhos e deduções matemáticas para explicar a atração entre os corpos, sendo esta força que explica porque a Lua se mantém em órbita em torno da Terra e a Terra em órbita em torno do Sol.

Após a apresentação e deduções realizadas, alguns estudantes fizeram os seguintes questionamentos:

“Professora, essa atração depende só da massa?” (E6)

“E a distância Influência?” (E10)

Foi explicado que a atração entre os corpos, depende da massa e da distância. Através de esquemas demonstrativos foi explanado que quando a distância entre os corpos é grande, conseqüentemente a atração é menor, e a massa também é o maior agente responsável pela atração entre os corpos. Quanto maior a massa, maior será essa atração, e assim sucessivamente.

Posteriormente foi feito uso do simulador PhET para ilustrar a força de tração entre os corpos celestes, neste momento os estudantes participaram e manusearam o simulador, fazendo alteração nas massas dos corpos e nas distâncias, podendo desta forma perceber as mudanças e conseqüências que acontecem quando alteramos a massa e distâncias dos corpos um em relação ao outro.

Em seguida, foi feita exposição de imagens do jogo *Angy Birds Space*, este já mencionado em encontros anteriores, e no início deste encontro. A professora expôs imagens de situações diversas para discutir o que acontece quando os pássaros estão imersos em um Campo Gravitacional. Alguns estudantes pediram para jogar, e aproveitaram para fazer prints de alguns momentos do jogo. Após essas interações, utilizou-se algumas das imagens feitas pelo estudante (E12) e discutiu-se o porquê do comportamento do pássaro: **Porque o pássaro aumenta sua velocidade quando dentro do campo? E quando fora do campo, ele tem uma trajetória de órbita, e não cai?** Nesse momento, a intenção era de observar quais as possíveis ideias que os estudantes poderiam apresentar a respeito do conteúdo, em questão. Como esperado, boa parte dos estudantes responderam que a gravidade é imprescindível para o movimento de queda, e quando na presença desta aceleração, o movimento é percebido com facilidade. No entanto, apesar da conduta positiva da sala de aula, alguns estudantes se mostraram confusos em relação a ideia de campo, com dúvidas e respostas inconsistentes.

“O pássaro fica mais rápido porque o campo dá velocidade a ele.” (E22)

*“Fora do campo, não tem gravidade, por isso que o pássaro é mais lento.”
(E5)*

Com o intuito de realizar a avaliação da aprendizagem, foi proposto a execução do jogo “Caixa Surpresa”, este executado no segundo encontro. O jogo consiste de discussões referentes ao conteúdo apresentado em sala de aula, todos os questionamentos feitos, estão presentes no Produto Educacional (Apêndice A).

Para execução do jogo, foi pedido que cada equipe se apresentasse com um representante, para realizar todos os sorteios e questionamentos. Dentre os questionamentos feitos, algumas respostas nos chamou a atenção, destacamos o seguinte: **Newton percebeu que deveria existir um agente responsável por essa força. Qual é esse agente?**

A equipe Alfa Centauro, conseguiu responder de maneira satisfatória e coerente, apresentando exemplos utilizando a lousa para fazer ilustrações entre dois corpos celeste, que representa a atração entre eles.

“O agente responsável é a massa dos corpos, quanto maior a massa, maior vai ser a força.” (E2)

“Se a massa é grande, a força entre os corpos vai ser bem maior.” (E4)

O momento de execução do jogo “Caixa Surpresa” foi registrado através da imagem apresentada na Figura 5.26.

Figura 5.26: Execução do Jogo Caixa Surpresa



Fonte: Própria

O jogo da “Caixa Surpresa” aconteceu de maneira satisfatória, alcançando os objetivos estabelecidos pela professora. As três equipes participaram e responderam aos questionamentos, em sua maioria corretamente. A equipe que apresentou o maior número de acertos para este jogo foi a Canopus e conseqüentemente, marcou maior pontuação. Concluiu-se, que o uso deste jogo como ferramenta avaliativa, foi benéfico para o que desejamos. Os

estudantes demonstraram interesse e participação, interagindo com suas equipes e com a professora como pretendido.

5.1.8 Relato da Intervenção VIII

O encontro é referente aos conteúdos de Aceleração da Gravitacional e Fenômenos das Marés, foi retomado conteúdos anteriores, no qual foram apresentados os conceitos de Aceleração da Gravidade, Movimento de Satélites, para introduzir e finalizar os conteúdos previstos para estes encontros.

Após feito uma revisão sobre conteúdos anteriores, iniciou-se a apresentação sobre a Aceleração Gravitacional e Fenômeno das Marés, para explicação deste conteúdo, imagens, deduções matemáticas e vídeos foram utilizados para auxiliar na compreensão dos mesmos. Definido o conceito de Aceleração Gravitacional e demonstrado a expressão matemática que a descreve, foram feitos questionamentos sobre este tópico e os estudantes participaram dando contribuições relevantes para a construção dos conceitos.

Com as definições já estabelecidas sobre Aceleração Gravitacional, foi iniciado a apresentação sobre o movimento de satélites e Fenômeno das Marés, para explicar os tópicos, vídeos foram usados (duração de 50 minutos), disponibilizados no Youtube e especificados no Produto Educacional (Apêndice A).

A exibição dos vídeos ocorreu na sala de vídeo da escola, fazendo o uso da TV. Posteriormente, quando finalizado a apresentação dos vídeos, a professora realizou alguns questionamentos para a turma, referentes aos vídeos e os estudantes responderam e interagiram entre suas equipes de forma satisfatória. As discussões feitas durante o encontro, se mostraram relevantes para a compreensão dos conteúdos, uma vez que os estudantes foram bastante participativos e demonstraram interesse fazendo perguntas sobre o tema estudado. Destacamos, um questionamento relevante:

“Professora, a força que mantém um satélite em órbita é a mesma que mantém a Terra em relação ao Sol?” (E15)

Diante do questionamento feito, reforça-se que os corpos se mantêm em órbita devido a força gravitacional existente entre eles, e que para os satélites obedecemos ao mesmo princípio que Newton descreve para explicar o movimento dos corpos celestes. Considerou-se

que este foi um encontro que teve interação durante a aula, mesmo não tendo um jogo, como em encontros anteriores.

No encontro foi pedido aos estudantes um relato dos vídeos expostos, para ser entregue na próxima aula. A equipe que todos os participantes trouxessem os relatos marcaria pontuação Júpiter.

Todos os questionamentos realizados neste encontro, e vídeos apresentados na aula, estão presentes no Produto Educacional (Apêndice A).

5.1.9 Relato da Intervenção IX

Inicialmente, um vídeo foi apresentado para relatar o Fenômeno das Marés, este chamado: *Porque precisamos da Lua?* Após a exibição do vídeo, foi discutido a importância que a Lua representa para o equilíbrio da vida Terrestre, sendo esta, a responsável pelo efeito das Marés. Com o intuito de realizar a avaliação da aprendizagem, solicitou-se que as equipes escolhessem um representante para realizar o jogo escolhido para este encontro, este por sua vez, foi nomeado de trilha. Para este encontro, foram reservados questionamentos sobre os temas: Aceleração Gravitacional, Movimento de satélites e Fenômeno das Marés. O jogo consistiu em uma trilha, à medida que a Professora fazia os questionamentos a cada representante, cada um foi obedecendo sua vez, e com seus devidos acertos, as equipes iam pontuando no quadro de pontuações. Quando o representante da equipe errava aos questionamentos feitos, passava a vez para outro participante. A equipe que chegou primeiro ao final da trilha marcou pontuação máxima, e assim sucessivamente.

Diante das perguntas, algumas respostas nos chamaram a atenção. Destaca-se a seguinte indagação: **Nos conte, o fator responsável pelo efeito das marés, e como ele acontece?** Os estudantes afirmaram como esperado, expressando que a Lua é o corpo celeste responsável pelo efeito das marés, e tais movimentos oceânicos, ocorrem devido a atração gravitacional do Sol e da Lua sobre as águas oceânicas. Salientaram que as marés altas ocorrem nas regiões que estão mais próximas ao Sol e à Lua, enquanto nas demais regiões ocorrem as marés baixas. As respostas dadas, vieram da equipe Alfa Centauro.

“A Lua é responsável pelo efeito das marés, sem ela não existe o equilíbrio nos oceanos.” (E6)

“Mas esse efeito ocorre devido a força gravitacional entre os corpos, a Terra e o Sol vão influenciar.” (E4)

“A maior influência é do Sol e da Lua, é a atração gravitacional entre eles, que faz o fenômeno acontecer.” (E22)

Foi possível também nesse momento, discutir sobre a importância da atração gravitacional existente entre os corpos e as consequências trazidas ao planeta, se estas não existissem.

Questionados em seguida: **Quais eram as fases da Lua que ocorrem os maiores efeitos de maré?** Percebeu-se diante das suas respostas que os alunos compreenderam que este movimento ocorre devido a atração gravitacional, existente entre o Sol e Lua, sendo um movimento que a Lua não produz sozinha.

“A Lua sozinha não consegue fazer esse fenômeno acontecer, ela precisa do Sol e da Terra também.” (E12).

Para conclusão, solicitou como atividade avaliativa que os estudantes entregassem no próximo encontro um relato sobre o vídeo, sendo este contabilizado como pontuação para as equipes. A equipe, que todos os integrantes trouxessem o relato marcaria pontos, estes contabilizados no quadro de pontuação.

Para este jogo, como atividade avaliativa, trouxemos o jogo Trilha, este foi executado por representantes das equipes. A equipe que conseguiu marcar pontuação máxima, foi a equipe Alfa Centauro, em que a mesma apresentou melhor desempenho durante os questionamentos, com os maiores números de acertos e respostas com justificativas adequadas e coerentes.

O jogo realizado apresentou três percursos, um para cada equipe, cada um dos percursos, contendo seis quadrados, à medida que as equipes acertavam aos questionamentos feitos, estes avançavam as casas, como já mencionando anteriormente. Ao final do jogo, a equipe que mais rápido conseguiu chegar ao final da trilha, marcando pontuação máxima, foi a equipe Alfa Centauro, que venceu a este jogo.

A execução do jogo da trilha é apresentada através das imagens expostas na Figura 5.27.

Figura 5.27: Execução do Jogo: Trilha



Fonte: Própria

Figura: 5.28 Execução do Jogo: Trilha



Fonte: Própria

5.1.10. Relato da Intervenção X

Iniciou-se o encontro explicando que este é o encontro que finaliza a Sequência de Ensino, este sendo caracterizado por apresentar um feedback de todos os encontros e conceitos estudados. Ao chegar no final do encontro, todos os pontos foram contabilizados e divulgamos a equipe vencedora.

Para o último encontro foi reservado o jogo “Passa ou Repassa”, este consiste de perguntas referente a todos os encontros já apresentados nesta Sequência de Ensino. Sua execução aconteceu da seguinte maneira: as equipes apresentaram seus representantes e com uso de placas, quando feito o questionamento, a equipe que levantava a placa primeiro tinha o direito de resposta, marcando pontuação Júpiter. Quando não sabia a resposta, passava a vez

para a próxima equipe responder. Perante os questionamentos feitos, destaca-se o que chamou atenção: **O peso é uma força, ela existe apenas em objetos que ficam sobre uma superfície?**

“Peso é uma foça sim, mas ela acontece tanto em objetos sobre superfícies e em queda livre.” (E4)

Destacam-se mais três questionamentos que tiveram respostas interessantes: **Por que no mês de Fevereiro temos 28 dias? O que acontece a cada quatro anos que ele acrescenta um dia, ficando com 29 dias? Porque isso acontece? Como chamamos esse efeito?**

“Quando Fevereiro tem 29 dias , é porque o ano é bissexto, esse contece a cada quatro anos. Porque o ano ele tem 365 dias e seis horas, quando passa quatro anos, acrescente um dia para ajustar o calendario, ai é o ano bissexto.”(E6)

Qual Lei de Kepler descreve o movimento dos planetas, em intervalos de tempos iguais e áreas iguais?

“Segunda Lei de Kepler, conhecida também como Lei das áreas.” (E4)

Como podemos classificar o Sol? Ele é chamado de?

“Meteorito.” (E7)

“O sol é uma estrela.” (E6)

Pôde-se perceber em suas respostas, que os estudantes foram sensíveis quanto a existência da força peso, aos movimentos de translação, rotação e interação dos corpos celestes, também foram satisfatórias as respostas no que diz respeito a interação dos corpos celestes, ou seja, a força gravitacional existente entre eles. Destaca-se a resposta do estudante E7 (representante da equipe Sirius), que não condiz com a resposta correta, apresentando um erro grosseiro no que diz respeito a classificação do Sol, o direito de resposta foi passada para a equipe seguinte, que respondeu de maneira correta e coerente marcando a pontuação esperada.

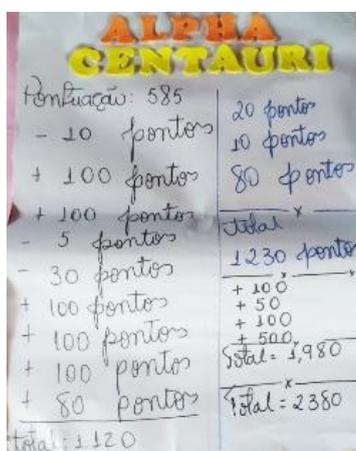
Durante este encontro, as equipes participaram consideravelmente, todos contribuíram e interagiram entre suas equipes. Foi um encontro enriquecedor, uma vez que foi discutido conceitos e situações experimentais vivenciadas em outros encontros, lembrando definições,

deduções matemáticas e fenômenos já estudados. Para este jogo, a equipe que mais interagiu e teve o maior número de acertos foi a equipe Canopus, pontuando 700 pontos neste encontro, a mesma apresentou discussões sobre os questionamentos feitos e respostas coerentes.

O jogo aconteceu de maneira proveitosa, as discussões foram relevantes para os objetivos estabelecidos, e os estudantes apresentaram bom desempenho durante os encontros realizados. Após a realização do jogo, e com todas as pontuações registradas, foi possível identificar uma equipe vencedora. Está se apresentou com melhor entrosamento entre eles, com participações relevante e respostas coerentes durante todos os encontros propostos pela professora, que conseqüentemente apresentou maior pontuação, conquistando o primeiro lugar durante a disputa estabelecida na disciplina que nominamos de “Game na Galáxia”.

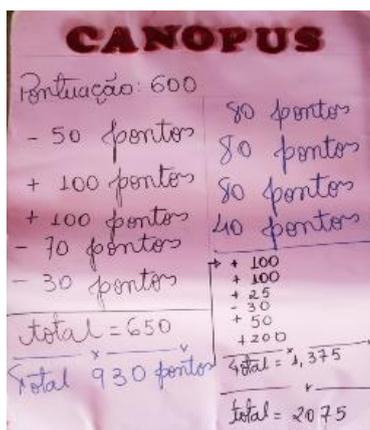
Nas figuras 5.29, 5.30 e 5.31 são apresentados os painéis de pontuação das equipes que participaram da atividade de ensino.

Figura 5.29: Painel da equipe Alfa Centauro



Fonte: Própria

Figura 5.30: Painel da Equipe Canopus



Fonte: Própria

Figura 5.31: Painel da equipe Sirius

SIRIUS	
Pontuação: 610	
+ 80 pontos	total: 1030
- 70 pontos	80 pontos
+ 100 pontos	80 - 5 pontos
- 30 pontos	+ 75 pontos
+ 70 pontos	
+ 50 pontos	total
+ 50 pontos	
+ 100 pontos	1105 pontos
+ 100 pontos	+ 100
- 30 pontos	+ 200
	total = 1,405
	total 1855

Fonte: Própria

Figura 5.32: Equipe vencedora (Alfa Centauro)



Fonte: Própria

Como exposto nos painéis a equipe que venceu esta disputa durante a atividade de ensino, foi a equipe Alfa Centauro, quando feita a soma de pontos de todos os encontros. As três equipes participaram da proposta e interagiram uns com os outros e com a professora, de maneira efetiva, como esperávamos.

Com a aplicação desta Sequência de Ensino, acredita-se que todas as intervenções realizadas foram relevantes para o processo de construção de conhecimento, relacionados a disciplina de Física, como também, conhecimentos para a vida, uma vez que, apresentamos conteúdos e fenômenos importantes para a compreensão do tema Gravitação, conteúdo que objetiva nossa Sequência de Ensino.

5.1.11. Culminância

Para o encerramento da disciplina eletiva, na qual aplicamos a nossa Sequência de Ensino, decidimos construir um planetário, que ficou aberto para exposição no dia treze de

dezembro de dois mil e dezenove. O planetário foi dividido em três partes: o espaço para observação do céu, espaço para assistir documentários e vídeos de animações, através do uso de óculos de realidade virtual e por fim, apresentamos um dos jogos realizados durante a disciplina. O jogo escolhido pelos estudantes, para exibição e execução à comunidade escolar, foi a Batalha de Kepler, este ficou exposto durante todo o evento e foi executado pelos estudantes para com os visitantes.

O planetário foi construído na Escola Cidadã Integral Benjamin Maranhão, pela professora e estudantes matriculados na disciplina eletiva “Game na Galáxia”.

Nas Figuras 5.33, 5.34 e 5.35 apresentam registros fotográficos do planetário e sua exposição.

Figura 5.33: Planetário



Fonte: Própria

Figura 5.34: Planetário



Fonte: Própria

Figura 5.35: Visitas ao planetário (observando o céu e as constelações)



Fonte: Própria

5.2. Considerações Referentes a Sequência de Ensino Aplicada e Impressões dos Estudantes

Trataremos neste tópico, aspectos importantes percebidos diante dos resultados adquiridos e analisados, após a aplicação desta Sequência de Ensino.

Acredita-se que o uso do lúdico como ferramenta pedagógica no Ensino Básico, motivou os estudantes a pesquisar novos conceitos, utilizando estratégias e argumentando de forma coerente, proporcionando a estes, aprofundamento e reelaboração de seus conhecimentos prévios. A interação percebida durante a aplicação desta Sequência de Ensino, voltada para o uso de jogos, experimentação, e aulas investigativas e dialogadas, mostrou aos estudantes abertura para o diálogo científico, estimulando a discussão entre as equipes, e com a professora, favorecendo a aprendizagem dos sujeitos envolvidos.

De acordo com os objetivos estabelecidos e dados adquiridos, através da aplicação desta Sequência de Ensino, conclui-se que a experiência foi enriquecedora, uma vez que, ao utilizar jogos como ferramenta metodológica, aulas investigativas e dialogadas, e lúdico no ensino de física fomentou resultados satisfatórios para os alunos. As atividades desenvolvidas, promoveram interação e participação dos estudantes durante os encontros, notamos, que o uso de simulação, experimento, vídeos e em especial os jogos, proporcionaram um canal de discussão mais efetivo, uma vez que, os estudantes quando motivados pela representação concreta, da situação problema, tornam-se mais atentos aos detalhes e envolvem-se na discussão dos conceitos.

Diante deste contexto, podemos destacar, portanto, algumas falas dos estudantes, após a aplicação desta Sequência de Ensino. As falas destacadas, são compostas de uma amostra de

seis alunos, estes, sendo três do 1º ano e três do 2º ano. O questionamento foi realizado pela professora, com uso de áudios, pedimos aos mesmos, que relatassem um pouco sobre a experiência de participar desta disciplina Eletiva, todas as seis respostas foram descritas e analisadas de acordo com nossos objetivos estabelecidos.

“A disciplina Eletiva pra mim, foi muito legal, a gente pode conhecer alguns filmes, eu adorei o documentário: Por que precisamos da Lua? Eu nem imagina, que a Lua influenciava o movimento das águas do oceano. Outra coisa que gostei muito, foram dos jogos, ache legal demais, adorava competir, e no final de tudo ganhar foi a melhor parte. Em relação a disciplina de Física, eu acho que me ajudou, minhas notas no terceiro e quarto bimestre aumentaram, depois daquela aula que teve o experimento do bloquinho e dos livros, ai sim, eu entendi as Leis de Newton, foi legal, até as contas que acho chato, eu entendi melhor. Sobre o jogo que eu mais gostei, foi a Batalha de Kepler, foi divertido.” (E4)

“Professora, eu gostei de tudo, o que eu mais adorava era quando tinha jogo que a agente tinha que competir bem muito, os mais legais foram a Batalha de Kepler, o Jogo da Memória e o Passa ou Repassa, aff, no último encontro fiquei foi nervosa, estava doida pra ganhar. Mas, eu entendi que, o que mais importa é o conhecimento, gostei bastante de estudar coisas que eu não vi no meu primeiro ano, não sabia como acontecia para o satélite ficar em orbita, nem imagina que era uma força que mantinha a Terra ligada ao Sol e a Lua, conhecer essas coisas foi bem interessante, bem que outros professores poderiam usar jogos, ou filmes para ensinar assuntos difíceis. Eu tenho dificuldade em português, se a professora usar um jogo como a Batalha de Kepler, ia me ajudar bastante a entender, a gente podia até chamar de batalha das letras. Bem, sobre a disciplina de física, eu achei que me ajudou bastante, a maneira como a senhora fazia a gente participar da aula me deixou incentivada, eu queria ganhar os jogos, então eu estudava em casa, pra conseguir responder a tudo que me perguntava. O jogo que eu mais gostei foi a Batalha de Kepler, eu aprendi muita coisa naquela aula, por mim, poderia usar ele outras vezes, foi massa.” (E8)

“A experiência foi boa, eu lembro que no primeiro dia, eu coloquei lá no cartaz que minha expectativa era que fosse legal e divertida. As aulas eram

ótimas, nunca pensei que eu ia aprender física jogando, tinha aula que a gente ficava brigando para acertar as perguntas e marcar mais pontos, e no ultimo dia depois do encerramento, quando senhora finalizou, eu percebi que o mais importante foi tudo que a gente aprendeu. Nas aulas de física, eu passei a participar mais, e fiquei curiosa para entender muita coisa, adorei os vídeos e o documentário. Os jogos eram bem bons, gostei de quase todos, o que mais achei que eu aprendi foi o último, quando foi perguntado coisas que já fazia tempo que a agente tinha estudando, e eu lembrava de tudo, porque eu lembra dos experimentos, das brincadeiras e sabia responder a quase tudo, participar dessa eletiva foi bom para meu desenvolvimento, precisamos de aulas que nos chame a atenção, só no quadro e fazer exercício as vezes é cansativo.” (E3)

Eu gostei da disciplina, no dia que a senhora apresentou, já imaginei que seria uma coisa legal, e como eu gosto de ciência, mas as vezes eu não entendo, então eu pensei: Acho que essa disciplina pode tirar algumas dúvidas, e me ajudar até mesmo na disciplina de física, ai resolvi fazer minha matricula. Eu gostei das aulas, gostei dos jogos, do simulador, só não gostava muito dos vídeos e filmes, acho que é cansativo. Mas assim, sobre os conteúdos que a gente estudou, foi muito legal, eu entendi melhor as Leis de Newton, e também sobre aceleração da gravidade. Quando a senhora, deu a aula sobre Gravitação Universal, eu achei difícil, as contas são ruins de entender, mas depois do simulador e algumas partes do documentário, Porque precisamos da Lua? Ai eu entendi melhor, gostava das aulas que não tinha cálculo, as vezes eu estava entendendo tudo, ai quando vem as contas me atrapalha, por isso que o jogo ajuda, eram perguntas, sem contas, e sem falar que era bem divertido, eu gostei. Agora uma coisa que atrapalha no jogo, era a o barulho, minha equipe é agitada, e eu sempre quis que a minha equipe ganhasse todos os jogos, então para ajudar, eu prestava a atenção para responder, e ajudar os outros. (E24)

Na disciplina de física, quando a senhora foi explicar sobre as Leis de Newton, eu entendi tudo, a eletiva ajuda bastante, porque lá as aulas são mais divertidas e não tem coisas para copiar, contas pra fazer, acho ruim quando tem conta, é difícil, principalmente decompor os vetores, mas, quando a senhora mostrou o experimento da rampa que tem os blocos, eu entendi onde os vetores ficam, quando foi na aula de física, sem ser na eletiva, eu passei a

entender bem melhor, porque eu lembrava do experimento feito na eletiva, ajudou bastante, minhas notas até melhoraram, graças a eletiva. Sobre os jogos, eu gostei de vários, os mais preferidos pra mim, foram: a Batalha de Kepler, o Passa ou Repassa e o caça – palavras, gostei demais, bem que outros professores podiam usar jogos, ajuda bastante, bem a mim ajudou!” (E1)

“A experiência foi legal, apesar de física ser difícil de entender, a senhora sempre dava um jeito da gente entender, chamava para participar dos experimentos, para apresentar, isso tudo ajudou muito nas aulas de física, até minhas notas melhoraram. Então, dos jogos eu gostei, achei bem legal a ideia, só que as vezes minha equipe vazia muto barulho, e teve aula que não entendi direito. Ainda tenho dúvida em muitas coisas, mas a eletiva me ajudou a entender como somar os vetores, e a Leis de Newton, ficou mais simples quando teve os experimentos, gostei também dá aula, sobre os movimentos da Terra, e jogo da memória me ajudou a entender muita coisa, só que eu achei difícil as Leis de Kepler, ainda tenho dúvida, o simulador ajudou a entender, os movimentos e até as contas, mas mesmo assim ainda preciso estudar mais para entender melhor as Leis de Kepler. O jogo que eu mais gostei foi a passa ou repassa e a Batalha de Kepler, quando tinha aprenda era legal demais, foi muito divertido. Espero que no próximo tem outra eletiva legal assim.” (E10)

“A disciplina, foi massa, gostei de tudo, principalmente de fazer o planetário. As aulas eram legais, só que teve umas que foi bem difícil, aquela sobre a força gravitacional, eu achei a mais difícil, as contas são enormes, coisa demais, quando a senhora coloca imagens e o simulador ajuda a entender, mas as contas são difíceis, principalmente as deduções, mesmo tendo o jogo que ajudava a entender, mesmo assim eu achei, eu nunca tinha estudado coisa avançada. Dos jogos, eu gostei de quase todos, principalmente a Batalha de Kepler, a Sopa de Conceito, foi o mais difícil, fiquei confuso na hora montar os conceitos, mas, depois que eu vi os erros e a senhora explicou depois eu entendi direito.” (E12)

Diante dessas falas, percebe-se que a proposta metodológica foi bem aceita pelos estudantes, estes gostaram do uso de jogos como ferramenta didática, afirmando que os ajudou a compreender muitos dos conceitos trabalhados. Portanto, na realidade, as dificuldades dos

estudantes estão, em sua maioria, ligadas à incompreensão dos conceitos, de maneira que eles são incapazes de perceber suas dimensões, não conseguindo muitas vezes, compreender a situação física representada, como também as relações matemáticas estabelecidas. Acredita-se que abordar conceitos físicos em toda a sua dimensão utilizando atividades lúdicas e com uso de jogos, que possibilite a construção conceitual, pode levar a elaboração, pelos estudantes, e de sentido prático para as atividades propostas e exercícios, auxiliando de maneira efetiva a aprendizagem de conceitos e fenômenos físicos.

É importante destacar que, os estudantes apontam a Matemática como um dos principais fatores que dificultam a aprendizagem em Física. Com o desenvolvimento das atividades lúdicas e o uso de jogos como ferramenta metodológicas, eles foram capazes de construir as relações matemáticas envolvidas de maneira satisfatória, sem que precisassem de uma equação direta para alguns conteúdos. Foi possível perceber que a Matemática quando utilizada pelo estudante como uma ferramenta que auxilia a resolver questões, ou até mesmo problemas de Física pode se tornar um empecilho à aprendizagem, como se percebe nas falas dos estudantes. Contudo, quando as relações matemáticas são compreendidas, com uso de simulação, experimentação e uso de imagens, como destacado nas falas, a aprendizagem da Física, pode ser compreendida de maneira mais fácil.

De maneira geral, a aplicação da Sequência de Ensino, foi bem-sucedida em todos os aspectos desejados, esta permitiu perceber a Física pode ser ensinada de forma inovadora, tangenciando do tradicional, sem que seja preciso uso de materiais de apoio caros e de difícil acesso, e que muitas vezes, são inacessíveis. As atividades desenvolvidas nesta Sequência, com uso de uma abordagem investigativa e jogos como ferramenta didática, foi bastante eficaz, pois permitiu a participação dos estudantes de forma ativa, possibilitando que este seja o construtor de sua própria aprendizagem, uma vez que, a relação professor-estudante não deve se uma relação de imposição, mas sim, uma relação de cooperação, de respeito e de crescimento. De acordo com Vygotsky (2003), o estudante é sujeito interativo e ativo no seu processo de construção de conhecimento. Por isso, o professor, assume um papel fundamental nesse processo, de modelar, cortar, dividir e entelhar os elementos do meio para que estes realizem o objetivo buscado. Por fim, defendemos que essa abordagem torna as aulas mais atrativas e dinâmicas, fazendo com que os estudantes se sintam realmente parte do processo de ensino e aprendizagem.

6. Considerações Finais

O primeiro capítulo dessa dissertação discutiu acerca dos problemas que envolvem o ensino de Física, foi apontado as questões de pesquisa norteadora, bem como as estratégias propostas e os direcionamentos para a realização do trabalho.

Foi discutido, no segundo e terceiro capítulos, os referenciais teóricos, trazendo as ideias que se mostraram relevantes ao estudo, abordando temas como: O uso de Jogos como ferramenta metodológica aplicada no Ensino Básico, para o estudo do tema Gravitação e o Ensino de Física. Esse estudo, permitiu perceber que apesar da utilização dos experimentos ilustrativos, imagens e jogos como ferramenta avaliativa e metodológica, nem sempre essas atividades implicam na construção efetiva de conceitos. Pois, compreende-se que as atividades não apresentam uma relação direta com aprendizagem, mas, a maneira como essa atividade é aplicada, ou seja, sua abordagem metodológica, é de fundamental importância para o sucesso do processo que se deseja executar.

Ainda nos capítulos referentes ao aporte teórico (segundo e terceiro capítulo) da dissertação, foi explanada a teoria Sócio - Interacionista de Lev Vygotsky, utilizada como base norteadora para a proposta de intervenção e análise dos dados para os estudos. O terceiro capítulo se refere as explicações dos conceitos em Física, no que diz respeito aos conteúdos apresentados durante a aplicação da Sequência de Ensino.

A metodologia do trabalho, descrita no quarto capítulo, é de natureza qualitativa e construída a partir de dois estudos, os quais serão brevemente concluídos a seguir. Na primeira etapa do estudo, consolidou-se na proposta de intervenção que foi construída a partir de aulas, com uso de uma abordagem investigativa, jogos como ferramenta metodológica e o lúdico no Ensino de Física, voltadas para o estudo de Gravitação e demais conteúdos que deram suporte para a construção dos conceitos desejados.

A proposta de Intervenção aconteceu no decorrer de 20 (vinte) aulas, assim como previsto, de acordo com a Sequência de Ensino planejada. Durante todas as atividades percebeu-se a participação dos estudantes na busca pelas respostas e acertos nos questionamentos proposto em sala e nos jogos, o que geralmente não ocorre em aulas com uso de abordagem convencional. Durante a execução da proposta, a atenção se voltou inteiramente para as discussões, a qual foi considerada pontos fortes presentes na realização da Sequência, bem como a proposição das ideias e opiniões diante dos questionamentos formulados durante todos os encontros. Em relação à construção dos conceitos, pode-se, portanto, afirmar que a realização das intervenções proporcionou resultados satisfatórios, percebendo desta forma a

compreensão dos conceitos trabalhados e entendimento de fenômenos físicos, como também as relações matemáticas existentes em vários conteúdos apresentados.

Com esse trabalho, o objetivo foi investigar as potencialidades de utilização de jogos como ferramenta metodológica, sendo também uma estratégia didática para a construção de conceitos de Física. Se propôs a construção de conceitos, a partir do uso de materiais de fácil acesso aos professores, considerando a realidade das escolas de Ensino Básico atuais. Com essa Sequência de Ensino, pretende-se oferecer ao professor a possibilidade de conhecer e utilizar diferentes estratégias que permitam aos estudantes a participação e colaboração mais efetiva em sala de aula, como também a construção efetiva de conceitos de Física.

A utilização de Jogos como ferramenta metodológica e estratégia para a construção de conceitos, permitiu alcançar os objetivos em relação a aprendizagem por parte dos estudantes, e que pode ser percebido a partir dos jogos realizados e das falas dos estudantes após a aplicação da Sequência de Ensino. Portanto, pode-se apontar a utilização da estratégia como uma ideia promissora para a discussão dos conceitos de Física desejados. Assegura-se também, que a utilização de jogos educativos em sala de aula, contribui de maneira significativa para o processo de ensino e aprendizagem em diversos temas relacionados aos conteúdos de Física.

Ao final da aplicação, observou-se que a maioria dos alunos participaram de todos os jogos, estes demonstraram interesse em discutir os fenômenos Físicos e as situações questionadoras apresentadas, obtendo desta forma bom desempenho nas discussões. Através das discussões referentes aos conceitos Físicos trabalhados, a professora pôde perceber possíveis dúvidas e dificuldades de aprendizagem, estas foram sanadas durante os encontros, que forneceu um panorama claro de possíveis falhas ocorridas no processo.

A pesquisa realizada permite perceber vários encaminhamentos, que podem complementar a investigação e ampliar as possibilidades de atuação. Dentre as alternativas de comunicação, pode ser apontado a utilização de estratégias a partir de outras metodologias, como por exemplo, a utilização de gincanas e gamificação como ferramentas metodológicas para a construção de conceitos Físicos. Outro ponto importante a destacar, é a ampliação do universo pesquisado, podendo abordar outros níveis de ensino e outros conteúdos, para a criação da construção de conceitos Físicos.

Por fim, enfatizado que apesar dos resultados obtidos neste trabalho terem sido animadores e satisfatórios, não se pode acabar as conclusões sobre a investigação, sendo necessário realizar outros trabalhos com o propósito de contribuir e expandir experiências através do uso de novas metodologias voltadas para o Ensino de Física.

REFERÊNCIAS

- ALVES, J. M. **As formulações de Vygotsky sobre a Zona de Desenvolvimento Proximal**. Amazonas – Revista de Educação em Ciência e Matemática, v.1, n 2, p.1-16, 2005.
- ALVES, T, A, S. **Tecnologias de informação e comunicação (tic) nas escolas: da idealização à realidade**. 2009. 134 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Educação) - Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa. 2009.
- ALVES, L.; BIANCHIN, M. A. **O jogo como recurso de aprendizagem**. Revista Psicopedagogia, v.27, n.83, p.282-287, 2010.
- AROUCA, M. C. **Papel dos jogos e simuladores como instrumento educacional**. Banco de artigos da Casa da Ciência/UFRJ. Projeto educação em bytes. Rio de Janeiro, 1996.
- ARAÚJO, I. R. O. **A utilização de lúdicos para auxiliar a aprendizagem e desmitificar o ensino da matemática**. Dissertação de Mestrado (Dissertação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, 2000.
- BARANITA, I. **A importância do Jogo no desenvolvimento da Criança**. 1. ed. Lisboa: Escola Superior de Educação Almeida Garrett, 2012.
- BEZERRA, D. P.; GOMES, E. C. S.; MELO, E. S. N.; SOUZA, T. C. **A evolução do ensino da física – perspectiva docente**, v.5, n.9, 2009.
- BRASIL, **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+). Ciências da Natureza e Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2006.
- BLANCK, G. Prefácio. In: VIGOTSKI, L. S. **Psicologia pedagógica**. São Paulo: Martins Fontes, 2003. p. 15-32. (Texto original de 1926).
- BRENELLI, R. P. **Espaço lúdico e diagnóstico em dificuldades de aprendizagem: contribuição do jogo de regras**. SISTO, F. F. (org.) et al. Dificuldades de aprendizagem no contexto psicopedagógico. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, p.167-189, 2001.
- CÂMARA, B. B. A. **Motivação e games: o uso do jogo Angry Birds com estudantes para o ensino de Física**. 2014. 97 f. Dissertação de Mestrado (Dissertação em psicologia) - Universidade Federal de Pernambuco - Pós-Graduação de Psicologia Cognitiva, Recife. 2015.
- CRECHE FIOCRUZ. **Projeto Político Pedagógico**. 1 ed. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2004.
- D'AMBROSIO, U. **A influência da tecnologia no fazer matemático ao longo da história**. 1999.
- DIAS, P. M. C. SANTOS, W. M. S. SOUZA, M. T. M. **A Gravitação Universal (Um texto para o Ensino Médio)**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v.26, n.3, p.257-271, 2004.

FROSI, F. O.; SCHLEMMER, E. **Jogos digitais no contexto escolar: desafios e possibilidades para a prática docente.** In: IX Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital, SBGAMES, Florianópolis-SC, 2010.

FINO, C. N. **Vygotsky e a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP): três implicações pedagógicas.** Revista Portuguesa de Educação, v.14, n.2, p.273-291.

FREDERICK, J. K.; EDWARD, G.; MALCOM J. S. **Física Volume I.** 1 ed. Londres: Pearson, 2004.

GEE, J. P. **Bons Jogos + Boas Aprendizagens.** 1 ed. Lisboa: Fnac, 2010.

LUIZ, J. M. M. et al. **As concepções de jogos para Piaget, Wallon e Vygotski Las concepciones de los juegos para Piaget, Wallon y Vygotski The concepts of games Piaget, Wallon and Vygotski.** Revista Digital, v.19, n.195, 2014.

LÉVY, P. **Cibercultura.** / Pierre Lévy; Tradução de Carlos Irineu da Costa – São Paulo: Ed. 34, 1999. (Coleção TRANS)

LOPES, M. da G. **Jogos na Educação: criar, fazer e jogar.** 4. ed. São Paulo: Cortez, 2001.

MEIRA, L.; PINHEIRO, M. **Inovação na escola.** In: XI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital, SBGAMES, Brasília-DF, 2012

MEHAN, H. **Social Constructivism in psychology sociology.** The Quarterly Newsletter of the Laboratory of Comparative Human Cognition, v.3, p.71-77, 1981.

MOITA, F. M. G. S. C. et al. **Angry Birds Rio: Interface Lúdica e Facilitadora do Processo do Ensino e da Aprendizagem de Conceitos Matemáticos.** II 48. Artigo apresentado Congresso Internacional TIC e Educação, p. 3079-3090, Universidade de Lisboa, Portugal, 2012.

MOITA, F. M. G. S. C. et al. **Angry Birds como contexto digital educativo para ensino e aprendizagem de conceitos matemáticos: relato de um projeto.** In: XII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital, SBGAMES, São Paulo-SP, 2013.

MOITA, F. M. G. S. C. **GameOn: Jogos Eletrônicos Na Escola E Na Vida Da Geração @.** 1. ed. Campinas: Alínea, 2007.

MOREIRA, M. A. **Teoria de Aprendizagem.** 1. ed. São Paulo: Pedagogia e Universitária Ltda, 1999.

MOREIRA, M. A. **Negociação de Significados e Aprendizagem Significativa.** Instituto de Física da UFRGS, v.1, n.2, p.2-13, 2008.

NEGRINE, A. **Concepção do jogo em Vygotsky: uma perspectiva psicopedagógica.** Rev. Movimento, v.2, n.2, p.6-23, 1995.

NEVES, R. A; DAMIANI, M. F. **Vygotsky e as teorias da aprendizagem.** UNI revista, v.1, n.2, 2006.

NEWTON, I. **Principia. Princípios Matemáticos de Filosofia Natural** - Livro I. São Paulo, Edusp, 2008. Traduzido a partir do título original Philosophiae Naturalis Principia Mathematica. Ed. Benjamin Motte, 1687.

POZO, J. I.; MORTIMER, E.F. **Aprendizes e mestres: a nova cultura da aprendizagem.** 1 ed. Porto Alegre: ARTMED, 2002.

PEREIRA, R. F.; FUSINATO, P. A.; NEVES, M. C. D. **Desenvolvendo um jogo de tabuleiro para o Ensino de Física.** Revista Brasileira de Ensino de Física. Florianópolis – SC, 2008.

PINHEIRO, T. F.; PINHO-ALVES, J. **O que pensam os estudantes do Ensino Médio sobre projetos temáticos nas aulas de Física.** In: X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2006, Londrina, PR. Atas do X EPEF, v.1, p.1-10, 2006.

RABELLO, E. T.; PASSOS, J. S. **Vygotsky e o desenvolvimento humano.** Rio de Janeiro, 2006.

SIMÕES, A. A. **A Concepção Dialética do Conhecimento e o Ensino de Física.** Dissertação (Mestrado em Educação) Faculdade de Educação. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1994.

YOUNG, H. D; FREEDMAN, R. A. **Física II - Termodinâmica e Ondas.** 12. ed. Londres: Pearson, 2008.

YOUNG, H. D; FREEDMAN, R. A. **Física II - Termodinâmica e Ondas.** 14. ed. Londres: Pearson, 2015.

SOUSA, R. P.; MOITA, F. M. C. S. C.; CARVALHO, A. B. G. **Tecnologias Digitais na Educação.** ed. 21. Campina-Grande: Educpb, 2011.

STUDART, N. **Simulação, games e gamificação no ensino de Física.** In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 21, 2015, Uberlândia. Anais... São Paulo: SBF, 2015, p.1-17.

TAROUCO, L. M. R. et al. **Jogos educacionais.** CINTED-UFRGS, Novas Tecnologias na Educação, v. 2, n. 1, p.1-6, 2004.

TEZANI, T. C. R. **O jogo e os processos de aprendizagem e desenvolvimento: aspectos cognitivos e afetivos.** Educação em Revista, Unesp, v.7, n.1-2, p.1-16, 2006.

VASCONCELLOS; VALSINER. **Perspectivas co-construtivistas na educação.** 1. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente.** 1 ed. Rio de Janeiro: Martins Fontes, 1996.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: O desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.** 2. ed. Porto Alegre: Martins Fontes, 1988.

ZANELLA, A. V. **Zona de desenvolvimento proximal: análise teórica de um conceito em algumas situações variadas.** Temas em psicologia, v.2, n.2, 1994.

APÊNDICES

APÊNDICE A – O Produto Educacional

Proposta de Sequência Didática para o Ensino de Física

Será apresentado neste arquivo, uma proposta de Sequência de Ensino, na qual pretendemos construir uma metodologia de Ensino para os conteúdos de Física do Ensino Básico. Esta Sequência de Ensino, tem como meta oferecer 10 encontros, sendo composto por aulas referentes ao conteúdo de Gravitação, contendo dinâmicas nos encontros, com uso de várias ferramentas, como jogos educativos, jogos digitais, simulação e filmes.

A seguir apresentamos a proposta que será executado em sala de aula, para o Ensino de Física da educação Básica. A Sequência Didática será executada em uma disciplina Eletiva que tem duração de um semestre, esta disciplina é ofertada para alunos do 1º, 2º e 3º ano de uma Escola Estadual do estado da Paraíba, que nela consiste no modelo Cidadã Integral.

- **Proposta dos jogos, para serem realizados em sala de aula**

Com o propósito de fazer uso de jogos no Ensino de Física e utiliza-se do lúdico, utilizaremos algumas dinâmicas produzidas pela Professora, visando estimular os estudantes para o Ensino de Física, proporcionando interação entre os sujeitos envolvidos, através da competição, que é oferecida pelos jogos. Os jogos que serão produzidos e realizados em sala de aula, irão fazer uso de ferramentas diferenciadas como Jogos digitais, filmes, experimentos ilustrativos, simulação, PowerPoint, e jogos confeccionados e elaborados pela autora, com matérias de baixo custo. Os jogos produzidos e propostos pela professora, serão executados por equipes composta de dez estudantes, à medida que as equipes acertam aos questionamentos e vencem as provas, isto acarreta em pontuação que serão expostas em um quadro de pontuação que ficará exibido na sala de aula durante toda a competição.

A disciplina tem como proposta fazer uso de jogos para ensinar o conteúdo de Gravitação. Esta, por ser uma disciplina Eletiva, em que os estudantes fazem as escolhas de suas matrículas, por isso, o público pode ser diferenciado, tendo alunos de 1º, 2º e 3º Série. A disciplina será ofertada no semestre 2019.2 sendo ofertada trinta vagas. Nesta disciplina, iremos ministrar o conteúdo de Gravitação, em que será apresentado para os estudantes, o estudo da Gravitação Universal de Newton, Movimento Circular, Campo Gravitacional e as Leis de Kepler.

Introdução

A escola é um vetor privilegiado de disseminação dos conhecimentos implantados nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), para melhor formação dos sujeitos, de modo que possam desenvolver competências e habilidades favorecedoras para se viver em sociedade.

Neste contexto, destacamos o Ensino de Física que é parte integrante desse processo, maior que é o da educação de um indivíduo. No campo do Ensino de Física, o processo educacional pode partir da curiosidade de se aprender e compreender os fenômenos físicos, como também por incentivos externos, vindos do meio social, vinculadas ou não a um determinado campo de conhecimento ou por um mecanismo de comunicação específico. Como objetivo podemos enfatizar o desenvolvimento de habilidades, que capacitem o sujeito para compreender fenômenos físicos, relacioná-los com situações cotidianas, entre outras. Desta forma, o Ensino de Física, deve estimular e motivar os estudantes para aprendizagens consideráveis (BEZZERA et al., 2009).

Por este e por outros fatores o Ensino de Física apresenta uma importância considerável na formação de cidadãos, para que o mesmo consiga, além de desenvolver competências, colocar em prática o conhecimento em seu cotidiano, independente do futuro a ser seguido após a conclusão do ensino médio. Neste sentido, mesmo os jovens que estão prestes a concluir o ensino médio, e que não terão mais contato se quer com o ambiente escolar, como também em ambientes profissionais e universitários, ou laboratórios de Física Aplicada, ainda assim terão a formação necessária para compreender e participar dessa forma de interpretar o mundo em que vivem.

Neste viés, um estudo que elencamos interessante considera exatamente a proposta de utilização de jogos na perspectiva de resultar em uma alternativa atrativa para dinamizar o ensino. Os jogos interativos apresentam um grande potencial como instrumento educacional, podendo ajudar no desempenho dos alunos em diversos níveis de ensino. Portanto, essa pesquisa trata o jogo como sendo uma ferramenta metodológica para promover uma aprendizagem significativa.

Para atender nossa proposta, iremos fazer uso de Resolução de Problemas, lembrando que, o Ensino de Física, na maioria das vezes indicam os problemas utilizados em atividades de Resolução de Problemas não apresentam relevância para os alunos, apresentando também pouco envolvimento com o processo de ensino e aprendizagem de conceitos. Portanto, diante deste contexto pretendemos realizar uma sequência de ensino para professores da educação básica, em especial professores de Física. A presente Sequência de Ensino, tem como objetivo

promover a utilização de situações – problema em atividades de Resolução de Problema, sendo um elemento facilitador para a construção de conhecimentos físicos.

Esperamos que através da aplicação desta proposta, os estudantes sejam capazes de desenvolver competências e habilidades para resolver situações – problema, como também compreender fenômenos físicos e aplicações Físicas em seu cotidiano.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Tema Geral: Gravitação Universal de Newton

Número de aulas: 10 encontros. 20 aulas de 50 minutos

1º Encontro

Tema: Apresentação da ementa da disciplina

Inicialmente será apresentado aos estudantes o cronograma da disciplina, com os conteúdos que serão ministrados, as atividades e avaliações, que acontecerão durante a disciplina. Em seguida a turma será dividida em três equipes, que receberão nomes de estrelas 1º equipe (Sirius), 2º equipe (Canopus) e 3º equipe (Alfa Centauri). Com as equipes definidas será apresentado aos estudantes as regras do jogo que acontecerá durante toda a disciplina, como um quadro de pontuação, este ficará exposto durante toda a execução da Sequência de Ensino. As provas terão pontuação, estas pontuações receberam nomes de planetas, no qual o valor da pontuação corresponde a massa de cada planeta. O planeta que apresenta maior massa, tem a pontuação mais alta, como Júpiter por exemplo.

Podemos observar na tabela 1 a classificação de cada planeta e quanto corresponde sua pontuação.

Planeta	Pontuação
Júpiter	100 pontos
Saturno	80 pontos
Urano	70 pontos
Neturno	50 pontos

1º Tabela – participantes

referente a pontuação dos

Posteriormente, apresentaremos aos estudantes as regras do jogo, e que ao final desta disciplina teremos uma equipe vencedora. Destacando a estes, a importância da participação, interação e colaboração dos participantes durante as aulas e nas provas, pois estes itens marcam pontos, como também a não execução destes durante as aulas, acarreta em perda de pontos para as equipes.

Terra	30 pontos
Vênus	20 pontos
Marte	10 pontos
Mercúrio	5 pontos

2º Encontro

Tema: Gravidade e Força Peso

Objetivos:

- ✓ Apresentar aos estudantes noções de gravidade e força peso
- ✓ Compreender o peso como uma força;
- ✓ Apresentar aos estudantes a existência da força da gravidade e a sua importância em nosso planeta;
- ✓ Compreender os movimentos de rotação e translação em nosso planeta
- ✓ Compreender como acontece as estações do ano;

Conteúdos:

- ✓ Conceito de força
- ✓ Conceito de aceleração da gravidade
- ✓ Conceito de força peso
- ✓ Força de atrito

Público-alvo: Estudantes que cursam o Ensino Médio

Proposta de atividade:

Inicialmente, será apresentado um experimento de maneira demonstrativa, utilizando a abordagem investigativa, ou seja, os passos para a explicação deste experimento serão feitos

mediante questionamentos realizados pela professora, os quais serão descritos no decorrer desta proposta. O que devemos fazer para que o bloco que está apoiado sobre o plano inclinado entre em movimento? Quais forças estão presentes no bloco? Elas agem de maneira diferentes ou não? E Porque? Com alguns questionamentos feitos, os estudantes devem desenvolver a investigação a fim de responder e resolver este problema. As discussões que serão propostas, serão conduzidas no sentido de construir os conceitos físicos presentes nos experimentos, como a Lei da Inercia, Segunda, Terceira Lei de Newton e Força de atrito.

Proposta

Situação-Problema: Atividade experimental

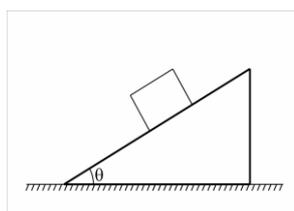
O problema proposto a atividade é construir um experimento de fácil acesso e manipulação, para com este propor investigações sobre os conteúdos que pretendemos trabalhar.

Materiais utilizados:

- ✓ Tábua de madeira com 20cm x 60cm
- ✓ Um cubo de madeira maciço, com superfícies diferentes
- ✓ Uma régua (mede ângulo)
- ✓ Base de madeira

O esquema do experimento está apresentado na figura 1.

Figura 1: Esquema do experimento



Fonte: Internet. Plano inclinado 2s. Grupoexatas.

A base do experimento é feita de madeira e colocado a essa superfície uma rampa com formica, que irá proporcionar o atrito necessário da atividade que queremos realizar. O bloco maciço é feito de madeira, com quatro lados iguais, mas, com superfícies diferentes, para

realizamos questionamentos em relação ao movimento que cada superfície apresenta. As superfícies do cubo são: lixa, madeira polida com cera, madeira normal, pedaço de folha de mdf.

É importante ressaltar que este experimento, pode ser modificado de acordo com os objetivos da aula que se pretende realizar.

Neste primeiro momento a situação se configura por apresentar um pequeno atrito entre a rampa e o bloco, com isso, é possível fazer alguns questionamentos, tais como:

Da maneira que o bloco se encontra sobre a rampa ele se move em algum momento? Se ele se movimentar, qual é a direção deste movimento? O que é necessário fazer para que o bloco entre em movimento?

Diante, dos questionamentos feitos, pretendemos que os estudantes sejam capazes de compreender que o bloco entra em movimento se alguma força agir sobre ele. No caso do plano inclinado que é nosso experimento, pretendemos que os estudantes compreendam que o movimento do bloco é mais provável de acontecer a medida que o atrito seja pequeno entre as superfícies, como o contato em duas superfícies polidas, como também a dificuldade de colocar o bloco em movimento a medida que colocamos superfícies mais rugosas em contato, como o lado do cubo que é composto pela lixa. Nesta ilustração também pretendemos explorar a questão do ângulo, a medida que ele muda, temos alterações no movimento do bloco.

Acredita-se que as respostas dos estudantes aconteçam de maneira intuitiva, pois vem da experiência cotidiana dos mesmos, no entanto, nosso intuito é que as discussões a partir da demonstração experimental nos levem a construção da lei da Inercia e posteriormente a força de atrito.

O peso é uma força, ela existe apenas em objetos que ficam sobre uma superfície?

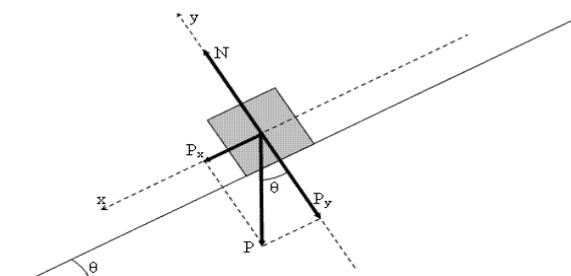
Com este questionamento esperamos que os estudantes compreendam o conceito de peso, e afirmando que o peso se trata de uma força, com isso, espera-se que os estudantes percebam sua existência em todos os corpos com massa.

Quais forças podem existir no bloco quando está em repouso?

Neste momento, o objetivo é que o estudante consiga fazer a análise de forças presentes no bloco, como também perceber os pares de forças que se equilibram, perceber as somas, subtrações e decomposições vetoriais.

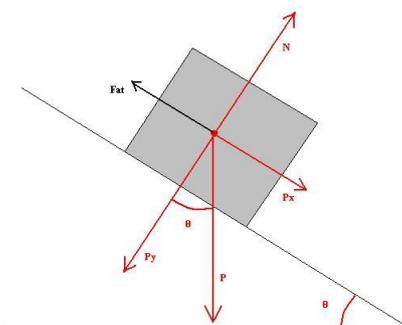
Temos a ilustração das forças presentes em um bloco sobre o plano inclinado, apresentada nas figuras 2 e 3.

Figura 2: Ilustração das forças existentes no bloco



Fonte: Internet, plano inclinado – Só Física

Figura 3: Ilustração das forças no bloco – força de atrito



Fonte: Internet, plano inclinado – Só Física

De acordo com a figura ilustrada é possível apresentar para os estudantes todas as forças existentes no sistema, como também mostrar que modificando o ângulo e valores das forças é possível criar situações diversas, e trabalhar os conceitos, manipulações matemáticas e operações vetoriais.

Sabendo que o cubo maciço tem quatro lados iguais com superfícies diferentes, o que acontece quando modificamos a superfície do cubo para uma superfície mais áspera?

Os estudantes são levados a perceber que a superfície que agora está em contato é mais áspera, e que conseqüentemente oferece maior resistência ao movimento, com isso, é possível que os estudantes percebem a nova superfície aumenta a força de atrito existente entre as superfícies.

Posteriormente o próximo experimento que iremos propor, é a construção de um experimento de fácil acesso e manuseio, para instigar uma investigação sobre força peso, utilizando experimentação com objetos em queda livre.

Materiais utilizados:

- ✓ Um livro didático
- ✓ Uma folha de papel A4

Apresentamos na figura 4 uma ilustração do experimento utilizado.

Figura 4: Ilustração da força peso em movimento de queda livre



Fonte: experimentos de Física – fc. Unesp

O experimento tem como proposta observar a queda livre dos pares de objetos com massas diferentes. Para a realização deste experimento será convidado um estudante para executá-lo.

No experimento acima temos dois objetos de massas diferentes: um livro e uma folha de papel. Com a folha de papel na mão e um livro grosso na outra, solta-se os dois da mesma altura ao mesmo tempo, e com esse acontecido será feito questionamentos aos estudantes sobre o experimento.

Como podemos observar o livro chega ao solo primeiro que a folha de papel A4, esse resultado se dá porque o livro tem mais massa que a folha?

Diante do questionamento feito, esperamos que os estudantes consigam perceber tanto a existência de corpos com massas diferentes, como também a ação da aceleração da gravidade em cada um. Sabendo que o resultado desta experiência muitas vezes é que cria o senso comum de que os objetos mais pesados caem mais rápido.

Em seguida realizaremos a experiência de outra maneira, desta vez com a folha de papel sobre a capa do livro.

Apresentamos na figura 5 uma ilustração do experimento utilizado.

Figura 5: Ilustração da força peso em movimento de queda livre



Fonte: experimentos de Física – fc. Unesp

Com a realização desta experiência é possível observar que a folha de papel e o livro caem ao mesmo tempo. Diante deste efeito, será questionado aos estudantes o seguinte:

Porque quando a folha está próxima do livro ela cai ao mesmo tempo? Ela ganha o peso do livro? O que permite a folha cair ao mesmo tempo se a mesma não está colada no livro?

Após feitos os questionamentos, será discutido com os estudantes o porquê deste efeito, que o mesmo acontece devido a força de resistência do ar que é praticamente eliminada permitindo que a folha caia livremente, chegando ao mesmo tempo que o livro ao chão. Diferentemente da primeira situação em que será observado que a folha irá demorar mais tempo

para chegar ao solo, esse efeito acontece por que a força de resistência do ar tem efeito muito maior na folha do que no livro, freando o movimento da folha

Posteriormente o próximo problema que iremos propor, é a construção de um experimento de fácil acesso e manuseio, para novamente propor investigação sobre força de atrito.

Materiais utilizados:

- ✓ Dois livros didáticos

O esquema do experimento é apresentado a seguir:

Apresentamos nas figuras 6 e 7 a ilustração do experimento utilizado, este por sua vez ilustra a força de atrito presente entre as folhas.

Figura 6: Ilustração da força de atrito existente entre as superfícies



Fonte: ciensacao.org

Figura 7: Ilustração do experimento



Fonte: ciensacao.org

A base experimental é constituída por dois livros, no qual, colocamos uma folha sobre a outra de cada vez, para que assim o atrito entre as superfícies aumente a medida que o contato entre as folhas vai aumentando, fazendo com que a força de atrito aumente a medida que esse contato entre as superfícies cresce, não permitindo que os livros se soltem no fim. Para executar o experimento são necessárias duas pessoas. Cada pessoa segura um dos lados do livro e puxa

na tentativa de soltar, logo, será possível perceber que a força de atrito existente é bastante considerável.

Ao puxar um dos lados do livro, porque não conseguimos soltar o livro um do outro?

O que será necessário fazer para que os livros se soltem?

Qual força mantem os livros juntos?

As folhas parecem pressionadas umas nas outras, é o peso dos livros que as pressionam?

Neste momento, temos como objetivo, investigar as forças que estão atuando sobre os livros, e que os estudantes compreendam o comportamento da força de atrito, percebendo que não é o peso dos livros que provoca o atrito que mantem os livros juntos. A força de atrito que mantem os livros juntos depende do material, bem como da força que pressiona as superfícies juntas. Para tentar separar os livros, precisamos aplicar uma força em cada livro em sentidos opostos. Verifica-se que precisamos de uma força muito grande para separá-las. Isso ocorre porque ao puxarmos “para fora” as extremidades dos livros, surge uma força de atrito no sentido contrário que impede o movimento. A medida que aumentamos a quantidade de folhas, a força de atrito multiplicada por esse número tornando difícil separar os livros.

Se no lugar dos livros, usássemos listas telefônicas ou revistas, o resultado seria o mesmo?

Com este questionamento feito, esperamos que os estudantes, compreendam o conceito de força de atrito, que este acontece quando em contato com mais de uma superfície, à medida que a superfície é mais polida menor a força de atrito. Portanto, quando utilizamos revistas ou listas telefônicas em vez de livros, a força de atrito tende a ser menor, pois o material das folhas é menos rugoso e mais polido, conseqüentemente diminuindo a força de atrito existente entre as superfícies.

Diante do problema desenvolvido, esperamos que os conceitos da Primeira Lei de Newton e Força de atrito sejam construídos através da atividade de Resolução de Problemas, fazendo uso de uma abordagem investigativa. Finalizando o objetivo esperado com essa proposta experimental.

Após a ministração da aula, será proposto um jogo referente aos conteúdos ministrados na aula, esse jogo é a caixa surpresa que dentro dela contém perguntas que serão feitas para as

equipes, à medida que as equipes acertam marca pontuação no quadro de pontuação exposto na sala de aula.

Caixa Surpresa

Após a realização da aula teremos uma dinâmica referente ao conteúdo de Gravidade e Força Peso. O jogo consiste em uma caixa surpresa, nela teremos perguntas que será sorteada pela Professora, à medida que as equipes conseguem responder aos questionamentos, marcam pontos e seguem no jogo, quando não conseguem acertar, passam a vez para outra equipe participar do jogo.

Apresentamos na figura 8, o modelo da caixa surpresa que utilizamos

Figura 8: Exemplo da caixa surpresa



Fonte: professoraivaniferreira.blogspot.com

Cada equipe terá no mínimo duas perguntas para responder, cada acerto vale pontuação **Saturno**. Quando equipe erra, esta perde pontuação **Vênus** e passa a vez para outra equipe entrar no jogo.

As perguntas que estarão na caixa são:

- *Lembrando do experimento que observamos, a rampa com bloquinho de quatro lados distintos, o que precisamos fazer para que o bloco entre em movimento? Quando entrar em movimento, qual a direção deste movimento?*
- *É possível afirmar que o peso é uma força? Ela existe apenas em objetos que ficam sobre superfícies?*

- *A brincadeira tá boa né? Chegou a hora de passar a vez para a próxima equipe*
- *Quais forças existem sobre o bloco quando ele está em repouso? E quando inicia o movimento as forças são as mesmas?*
- *Sabendo que o cubo tem quatro lados iguais com superfícies diferentes, o que acontece quando modificamos a superfície do cubo para uma superfície, mas áspera?*
- *Você acaba de marcar pontuação Terra. Parabéns*
- *Quando realizamos o experimento dos livros presos um no outro, podes nos responder qual força mantém os livros juntos?*
- *Quando puxamos as extremidades dos livros, “para fora”, porque não conseguimos desprender um do outro?*
- *Que pena, sua equipe perde pontuação Urano*
- *Ao lembrar do experimento do livro com folha A4 em cima, podes explicar o que permite a folha cair ao mesmo tempo que o livro, se a mesma não está colada no livro?*
- *Em nosso experimento ilustrativo, a rampa de madeira e um bloquinho de quatro lados diferentes, quais forças sobre o bloquinho nós temos? O que cada uma faz? Qual a importância de cada uma delas?*

3º Encontro – Movimento Circular

Tema: Força no movimento circular

Objetivos:

- ✓ Compreender o que Força Centrípeta;
- ✓ Compreender o que é aceleração centrípeta e suas causas

- ✓ Visualizar as forças que atuam em um objeto realizando um movimento circular.

Conteúdos:

- ✓ Conceito de força centrípeta
- ✓ Forças no movimento circular
- ✓ A força “centrifuga”

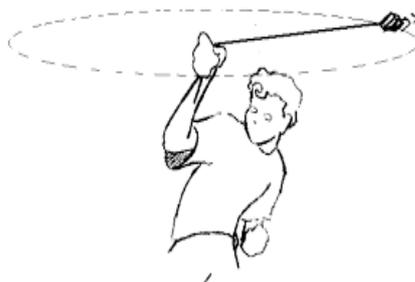
Público-alvo: Estudantes que cursam o Ensino Médio

Proposta de atividade:

Nesta aula, faremos uso de vídeos disponíveis no YouTube de parques de diversão, onde encontramos diversos brinquedos que executam movimentos circulares. Após a exibição dos vídeos será feito questionamentos sobre os mesmos. As imagens a seguir serão expostas para os estudantes na lousa com uso do Datashow, durante a aplicação desta Sequência de Ensino.

Como apresentadas nas figuras 9, 10 e 11, temos exemplos do comportamento de uma partícula presente em um movimento circular, imagens utilizadas nos encontros, como ferramenta ilustrativa.

Figura 9: Ilustração de Movimento Circular



Fonte: .fc.unesp.br

Figura 10: Ilustração de Movimento Circular



Fonte: adibra.com.br

Figura 11: Ilustração de Movimento Circular



Fonte: adibra.com.br

Após a exposição de vídeos e imagens através da aula expositiva e uso de Datashow, será feito questionamentos aos estudantes sobre o comportamento dos corpos quando estão em um movimento circular. Como podemos explicar o movimento que o garoto faz com uma pedra na figura 9 por exemplo.

Para que a pedra não machuque o garoto ele precisa fazer que tipo de movimento? Sempre circular? É só no movimento circular que ele consegue esse efeito? O que leva esse efeito? O garoto executa movimentos circulares e não se machuca, por que isso acontece? Não tem ação da aceleração da gravidade neste movimento?

Para que o garoto execute o movimento com perfeição, este tem que acontecer devagar ou mais acelerado? Quais efeitos temos no movimento circular devagar? E quando este encontra-se acelerado o que muda?

Diante dos questionamentos feitos, pretendemos que os estudantes sejam capazes de compreender a existência de uma velocidade, pois os objetos apresentam movimento. Logo, é possível perceber e visualizar isto, destacando que a velocidade presente em um movimento circular é constante e de direção variável. Sendo possível perceber que a variação da direção deste vetor velocidade caracteriza a aceleração centrípeta, responsável pelos movimentos circulares.

Após feitas os questionamentos e explanados as possíveis dúvidas, será demonstrando para os estudantes, as expressões matemáticas, finalizando o resultado esperado, tornando possível o entendimento do conceito de forças no movimento circular e aceleração centrípeta.

Lembrando que a aceleração centrípeta definimos pela razão entre a velocidade e o raio da circunferência.

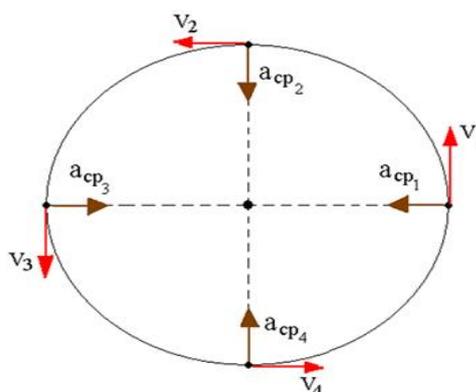
$$a_c = \frac{v^2}{R}$$

Em que R é o raio da circunferência.

Portanto, será apresentado para os estudantes o conceito de Foça Centrípeta que é: A força responsável pela mudança de do vetor velocidade.

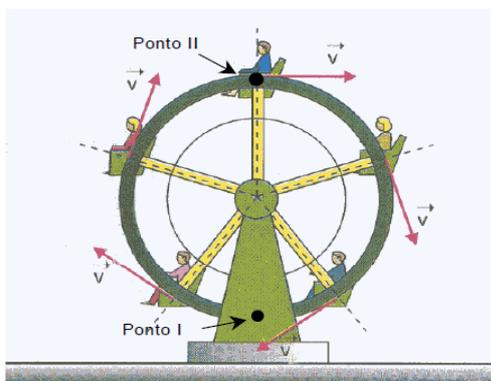
Podemos observar nas figuras 12 e 13 a representação dos vetores velocidades, e a variação de suas direções, como também direção da aceleração centrípeta, sempre apontando para o centro da circunferência.

Figura 12: Ilustração do vetor velocidade e aceleração centrípeta



Fonte: fisicaevestibular.com.br

Figura 13: Ilustração do vetor velocidade e suas variações



Fonte: Fórum PiR2 - FORUMEIROS.com

Como apresentado nas figuras acima, será demonstrado matematicamente em sala as expressões que definem forma de um movimento, definido através das Segunda Lei de Newton. Como os objetos apresentam massa e aceleração aplicamos a Segunda Lei de Newton e temos:

$$F_c = m \cdot a_c$$

Conhecendo a aceleração centrípeta, concluímos que Força centrípeta é:

$$F_c = m \frac{v^2}{R}$$

Logo, é possível concluir que um objeto, para que este descreva um movimento circular uniforme, deve atuar sobre este uma força centrípeta F_c que permite sua velocidade mudar continuamente de direção e sentido. Sendo possível afirmar que F_c dá origem a a_c .

Após feitas as deduções matemáticas necessárias para a compreensão dos conceitos de aceleração centrípeta, será pedido para os estudantes que instalem em seus Smartphones e instalem o jogo digital Angry Birds Space, para trabalharmos o movimento circular em sala de aula com o auxílio do game. Inicialmente a professora iniciará jogando, a proposta estabelecida pela mesma, será projetado a tela do jogo e a mesma iniciará apresentando a ferramenta para os estudantes. Tendo feito isso os estudantes irão iniciar o jogo cada um com seu aparelho, tendo como exercício, jogar fora da sala de aula (em casa).

Será feito um print da tela do game de uma situação que podemos discutir aceleração centrípeta, velocidade, ângulo e comportamento da partícula quando imerso em um campo gravitacional.

Como apresentado na figura 14, temos a imagem de uma situação do game que podemos trabalhar conceitos físicos.

Figura 14: Ilustração do movimento da partícula em um campo



Fonte: própria

Tendo apresentado a ferramenta ilustrativa e iterativa o jogo Angry Birds Space, para o estudo de Gravitação Universal de Newton e aceleração centrípeta, posteriormente após alguns procedimentos metodológicos, esta mesma ferramenta será utilizada para o estudo de Campo Gravitacional; ilustraremos o comportamento dos pássaros quando imersos em um campo gravitacional. Com isso, pretendemos fazer questionamentos aos estudantes sobre a mudança de velocidade dos pássaros quando dentro de um campo gravitacional? O que leva a essa mudança? A aceleração da gravidade está presente? Se colocarmos os pássaros na lua, o comportamento é o mesmo? Se a massa dos pássaros for alterada modifica o movimento?

Após feito os questionamentos, será proposto uma atividade que contempla os conteúdos, sendo a mesma respondida com o auxílio do jogo Angry Birds Space, tendo questões para níveis específicos do jogo.

Após a apresentação desta aula, iniciaremos o jogo que diz respeito ao movimento circular. Será proposto as equipes que elas resolvam o caça palavras proposto neste momento. O caça palavras tem seis palavras para serem identificadas (Aceleração, Centrípeta, Centrifuga, Força, Tangencial, Vetor, movimento), a cada palavra encontrada os estudantes tem que mencionar seu significado e justificando as mesmas ao um conceito, presente no movimento circular.

Caça palavras – Movimento Circular

A L Q J M B G V D A G I Y Y T
 T O J K M O E L G Y J P Y Y C
 E K W G D T V U Y Q B T E A F
 P P A O O M F I J A E W G Z R

I M K R Y I Y Q M C K U B P U
 R O F I R T A N G E N C I A L
 T C T T E Z Y Z E L N F E Y S
 N L N Z D K W L U E P T D B S
 E E W O S N K B X R Z C O A G
 C Q K U D Q T X Q A A D D T B
 Y H Y V Z R R C V I N P L D G
 I A M H D Y Y O S F G H S B S
 G A Q O G Q F V U I L H A Y A
 U A P K U C P X Y R B F I C G
 P Q X U D Q H O M B T F K M C

Este jogo tem como objetivo, destacar as palavras mais recorrentes sobre movimento circular. Os estudantes devem identificar as seis palavras contidas no caça palavras e definir seus significados e conceitos relacionados ao conteúdo. A primeira equipe que encontrar as seis palavras, definir significado e conceito para cada uma delas marca pontuação máxima (**Júpiter**). A segunda equipe que conseguir concluir o caça palavras, definições e conceitos das palavras encontradas marca pontuação **Saturno** e a terceira equipe a finalizar a dinâmica marca pontuação **Neturno**.

4º Encontro – As Leis de Kepler

Tema: As Leis de Kepler

Objetivos:

- ✓ Entender como as observações do movimento dos planetas em torno do Sol permitem a concepção das Leis que rege tal movimento;
- ✓ Perceber as principais diferenças entre as orbitas circulares do sistema Heliocêntrico de Copérnico e as órbitas elípticas introduzidas por Kepler;
- ✓ Compreender as Leis de Kepler, e os movimentos de translação e rotação da terra;

Conteúdos:

- ✓ Construção do modelo de mundo ao longo da história;
- ✓ Movimento de translação e rotação
- ✓ 1° e 2° Lei de Kepler

Público-alvo: Estudantes que cursam o Ensino Médio

Proposta de atividade:

A aula que segue, será apresentado As Leis de Kepler. Inicialmente será apresentado para os estudantes a construção do modelo de mundo estabelecido ao longo da história. Será feita uma discussão em sala, apresentando as descobertas feitas por estudiosos da época. Todas as imagens que será apresenta nesta sequência, estarão presentes nas aulas, expostas nos slides.

As descobertas feitas das leis do movimento dos planetas e o posterior desenvolvimento da lei da Gravitação Universal que será apresentada em aulas posteriores, tornaram-se possíveis através das observações sistemáticas do céu. As observações feitas do céu, foram executados desde a Antiguidade até o início da Era Moderna por grandes Astrônomos, destacando-se Tycho Brahe.

Nesta aula faremos discussões de como era feita as descobertas do sistema solar, as consequências que estas traziam e os avanços que foi proporcionado a Ciência. Após a apresentação de como foi feita a construção do modelo de mundo ao longo da história, apresentando os astrônomos importantes como: Tycho Brahe, Hiparcus, Ptolomeu (com o modelo geocêntrico) entre outros. Será apresentado aos estudantes os movimentos de translação, rotação e precessão da terra, por meio de imagens e vídeos (animações), com uso da lousa.

Como apresentadas nas figuras 15, 16, 17 e 18, temos as imagens utilizadas nesse encontro, (o roteiro do que será apresentado encontra-se no apêndice).

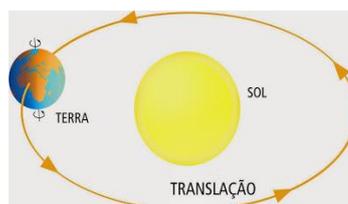
Figura 15: Ilustração do movimento de Translação



Fonte: iderval.blogspot.com

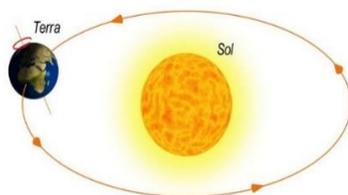
Feita a apresentação do movimento de translação, seguimos mostrando os demais movimentos, rotação e precessão. O movimento de rotação acontece em torno do próprio eixo, movimento este responsável pelo dia e noite. O movimento de rotação tem duração de 24 horas. A principal consequência deste movimento é a existência alternada entre os dias e as noites, pois, se não houvesse a existência desse movimento, haveria apenas dia em um lado do planeta (sendo extremamente quente) e consequentemente noite do outro lado (sendo extremamente frio).

Figura 16: Ilustração do movimento de Translação e Rotação



Fonte: iderval.blogspot.com

Figura 17: Ilustração do movimento de Rotação



Fonte: Colégio Web

Figura 18: Ilustração do movimento de Rotação



Fonte: Brasil Escola - Uol

Após as demonstrações e explicações apresentadas aos estudantes sobre os movimentos, temos como objetivo fazer questionamento aos mesmos, sobre os movimentos apresentados.

Sabemos que os movimentos realizados pela Terra, a rotação e translação são considerados como os dois mais importantes, pois estes exercem influência no cotidiano das

sociedades. Quais são as consequências principais dos movimentos de rotação e da translação da Terra?

Com este questionamento, esperamos que os estudantes, consigam apresentar discussões sobre o tema, comentando que o movimento de rotação e da translação da terra são a sucessão dos dias e das noites, e o movimento de translação é responsável pelas estações do ano. Esta consequência dos movimentos se dá, pelo fato de que o movimento de rotação ser um movimento realizado pela Terra em torno do seu próprio eixo, enquanto o movimento de translação é o movimento que a terra gira em torno do Sol.

De acordo com o que foi apresentado, podemos explicar como acontece o movimento de rotação e translação do planeta Terra e suas consequências. Por que no mês de Fevereiro temos 28 dias? O que acontece a cada quatro anos que ele acrescenta um dia, ficando com 29 dias? Porque isso acontece? Como chamamos esse efeito?

Feito este questionamento, espera-se que os estudantes consigam compreender que o movimento de translação, a medida que finalizamos um ano de 365 dias, algumas horas vão sobrando, que quando completados quatro anos, estas somam 24 horas e são acrescentadas ao mês de fevereiro, que passa a ter 29 dias, e chamamos de anos Bissextos.

Em seguida, será apresentado as Leis de Kepler, e suas contribuições para o entendimento da formação dos Planetas e movimentos executados pelo planeta Terra. Para a explicação das Leis de Kepler, será feito uso do Simulador PHET como ferramenta ilustrativas para melhor compreensão deste conteúdo (o roteiro do que será apresentado encontra-se no apêndice).

Em seguida teremos o jogo relacionado a aula sobre as Leis de Kepler. Sabendo que em aulas anteriores vimos os conteúdos relacionados a movimento circular, o jogo a seguir aborda, as Leis de Kepler, conceito de Força e Movimento Circular.

O jogo da Memória do Movimento Circular e Leis de Kepler, consiste em dezoito peças, totalizando nove pares, em que as duplas iram disputar pontuação a medida que segue o jogo. A equipe que acerta os pares correspondentes, marca pontuação **Neturno**, quando não acerta passa a vez para a próxima equipe. A dinâmica será executada no PowerPoint, com a professora administrando o jogo. Quando o jogo chegar ao fim, será discutidos os conceitos presentes em cada imagem que está inserida no jogo da memória e as expressões contidas nele.

Ao fim da dinâmica envolvendo Movimento Circular e as Leis de Kepler, é que os estudantes percebam as características dos movimentos e consigam relacionar seus conceitos a imagens e expressões.

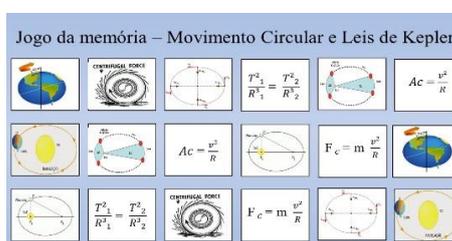
Como apresentadas nas figuras 19 e 20, temos a ilustração da dinâmica – **o Jogo da Memória** (Movimento Circular e as Leis de Kepler)

Figura 19: Ilustração do Jogo da memória



Fonte: Própria

Figura 20: Ilustração do Jogo da memória



Fonte: Própria

5º Encontro - 3º Lei de Kepler

Tema: 3º Lei de Kepler

Objetivos:

- ✓ Compreender a 3º Lei de Kepler e seus efeitos

Conteúdos:

- ✓ 3º Lei de Kepler

Público-alvo: Estudantes que cursam o Ensino Médio

Proposta de atividade:

A aula que segue, será apresentada a 3ª Lei de Kepler. Inicialmente apresentaremos aos estudantes a construção do modelo de mundo estabelecido ao longo da história. Será feita uma discussão em sala, de acordo com a aula anterior, no qual já foi apresentado para os estudantes a 1ª e 2ª Lei de Kepler e seus efeitos. Discutiremos como Kepler formulou esta Lei, e como esta é representada matematicamente. Todas as imagens que serão apresentadas nesta sequência, estarão presentes nas aulas, expostas em forma de slides.

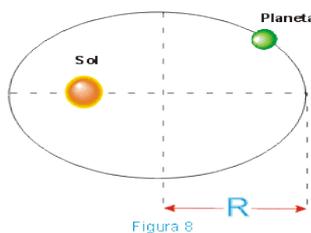
3ª Lei de Kepler: a Lei dos Períodos

Para dois planetas que orbitam em torno do Sol. Os quadrados dos períodos de translação são proporcionais aos cubos dos respectivos raios médios de suas órbitas:

$$\frac{T_1^2}{R_1^3} = \frac{T_2^2}{R_2^3}$$

Apresentamos na figura 21 a ilustração da Terceira Lei de Kepler.

Figura 21: Ilustração da 3ª Lei de Kepler



Fonte: Internet - EducaBras

A terceira Lei de Kepler descreve o esforço que ele faz para encontrar uma relação entre as órbitas, em outras palavras as trajetórias dos planetas com os tempos gastos em uma translação completa. Como foi afirmado da 2ª Lei, podemos concluir que para a 3ª Lei, que tratamos do período, é possível afirmar que quanto mais distante estiver o planeta do Sol, maior seria seu tempo de translação. Ou seja, o período de um planeta em torno do Sol aumenta rapidamente com o raio de sua órbita.

Diante deste contexto, afirma-se que a construção das Leis de Kepler representam uma grande realização e triunfo de uma Astronomia moderna que naquele momento dava seus

primeiros passos, Kepler com a sua coragem formulou as suas três Leis, que de certa maneira foi de acordo com suas crenças. Mas, Kepler sabia que mais importante eram as evidências empíricas reveladas através dos dados observacionais feitos por ele e outros estudiosos da época que Kepler teve como aporte teórico na construção das suas Leis.

Após as definições estabelecidas e apresentadas aos estudantes sobre as Leis de Kepler, será feito questionamentos aos mesmos sobre estas, com o intuito de promover participação e interações destes uns com os outros.

“O modelo proposto por Kepler, apesar de ser Heliocêntrico existia uma disparidade com o modelo de Copernico, quais disparidades eram estas? E porque essa disparidade existia?”

Após feito este questionamento, espera-se que os estudantes percebam que no modelo de Copérnico era considerado que as trajetórias feitas pelos planetas eram consideradas circulares, enquanto no modelo de Kepler, ele através de estudos realizados, cálculos e observações feitas do céu, ele conclui que as trajetórias dos planetas eram elípticas, e que este modelo é considerado até os dias atuais, ou seja, as trajetórias dos planetas são elípticas.

“Como estudamos nesta aula, como podemos definir o movimento dos planetas? Qual Lei de Kepler contempla a explicação do movimento dos planetas?”

De acordo com o questionamento apresentado, espera-se que os estudantes, consigam responder, afirmando que a Lei que consegue definir o movimento dos planetas é a 2ª Lei, sendo conhecida também como a Lei das áreas, que descreve áreas iguais em intervalos de tempos iguais. Para que isto seja possível, o planeta adquire uma maior velocidade quando a distância entre ele e o Sol é menor.

Para este momento, temos um jogo a ser realizado que consequentemente as equipes iram adquirir pontuação. Este jogo tem como título: **A sopa de conceitos**, ele será executado com auxílio do PowerPoint, em que neste terá os nomes dos conceitos que os estudantes terão que montar. As equipes irão se apresentar com dois representantes, cada equipe deverá montar dois conceitos, as equipes escolhem dois balões que serão exibidos no PowerPoint, e a partir desta escolha, irão procurar as pequenas frases na caixa de ingredientes da sopa de conceitos, para a montagem destes. Nesta caixa, teremos as frases necessárias para montar os conceitos pedidos,

a medida que os estudantes encontram as palavras vão anexando-as estas em um mural que será chamado de: **Mural da sopa de conceitos.**

Os conceitos pedidos para montar são:

- **Peso**: O peso de um objeto é uma Força Gravitacional que imprime a esse objeto uma aceleração **g**.
- **Gravidade**: É o fenômeno de atração que comanda a movimentação dos objetos.
- **Força Centrípeta**: Para que um objeto descreva um movimento circular uniforme, deve atuar sobre ele uma Força Centrípeta, que faz sua velocidade mudar continuamente de direção e sentido.
- **1º Lei de Kepler**: Qualquer planeta gira em torno do Sol, descrevendo uma órbita elíptica, na qual o Sol ocupa um dos focos.
- **2º Lei de Kepler**: A reta que une um planeta ao Sol “varre” áreas iguais em tempos iguais.
- **3º Lei de Kepler**: Os quadrados dos períodos de revolução dos planetas são proporcionais aos cubos dos raios de sua órbita.

$$\frac{T_1^2}{R_1^3} = \frac{T_2^2}{R_2^3}$$

A pontuação desta dinâmica será da seguinte maneira, a equipe que montar corretamente os dois conceitos pedidos no mural da sopa de conceitos marca pontuação máxima (Júpiter), se alguma equipe não conseguir montar corretamente o conceito pedido não marca ponto.

Esperamos que com este jogo os estudantes consigam compreender e construir os conceitos ministrados nas aulas anteriores, percebendo suas características e particularidades. Como também, a compreensão dos fenômenos descritos através de tais conceitos e suas contribuições para a compreensão do Universo.

Apresentamos nas figuras 22, 23, 24, 25 e 26 a ilustração do jogo Sopa de Conceitos, utilizado neste encontro.

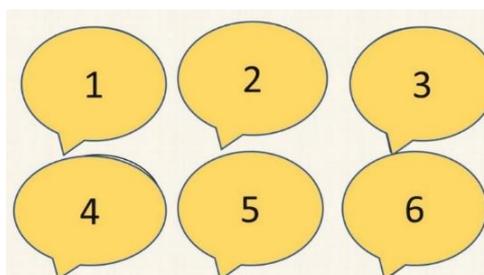
A sopa de conceitos

Figura: 22 Ilustração da Sopa de Conceitos



Fonte: Própria

Figura: 23 Ilustração da Sopa de Conceitos



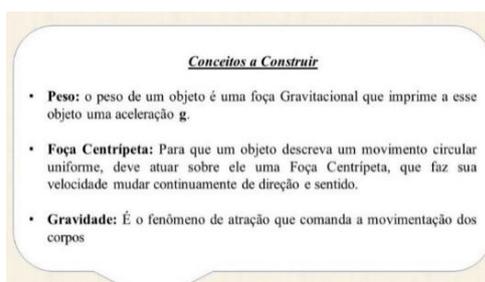
Fonte: Própria

Figura: 24 Ilustração da Sopa de Conceitos



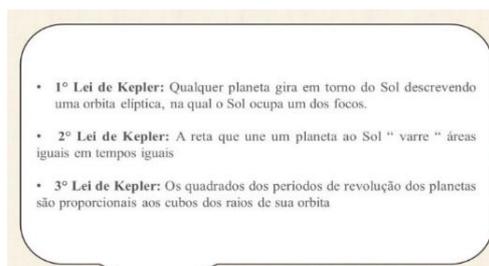
Fonte: Própria

Figura: 25 Ilustração da Sopa de Conceitos



Fonte: Própria

Figura: 26 Ilustração da Sopa de Conceitos



Fonte: Própria

6º Encontro – Batalha de Kepler

A BATALHA DE KEPLER

Tema: As Leis de Kepler

Objetivos:

- ✓ Entender como as observações do movimento dos planetas em torno do Sol permitem a concepção das Leis que rege tal movimento;
- ✓ Perceber as principais diferenças entre as órbitas circulares do sistema Heliocêntrico de Copérnico e as órbitas elípticas introduzidas por Kepler;
- ✓ Compreender as Leis de Kepler, e os movimentos de translação e rotação da Terra;

Conteúdos:

- ✓ Construção do modelo de mundo ao longo da história;
- ✓ Movimento de translação e rotação
- ✓ As leis de Kepler

Público-alvo: Estudantes que cursam o Ensino Médio

Proposta de atividade:

Após a apresentação das aulas referentes a: Força no Movimento Circular, Gravidade e Força Peso, será ministrado as Leis de Kepler, com o auxílio do simulador PhET como ferramenta demonstrativa. Como já apresentando nas aulas anteriores, foi proposto atividades sobre o conteúdo ministrado, que serão entregues a professora a cada próximo encontro.

Neste encontro, iremos realizar a atividade, referente ao 4° e 5° encontros, no qual estudamos as Leis de Kepler. A seguir teremos a realização de um jogo que chamaremos de BATALHA DE KEPLER. Para a realização deste jogo a sala será dividida em três equipes, cada equipe tem seu representante (Líder), este é responsável por estar à frente do jogo. Para a realização do mesmo, cada equipe se apresenta com dois integrantes, que iram participar da BATALHA DE KEPLER.

Este jogo será realizado por representante das equipes, em cada representante escolhe seu envelope, exemplo 2E, dentro deste tem um questionamento que será feito pela professora, a equipe então responde, quando acerta marca ponto, se errar passa a vez para outra equipe participar.

O jogo que será executado, a BATALHA DE KEPLER apresenta questionamentos sobre as Leis de Kepler, pontuação para as equipes, perguntas e respostas. A montagem da prova será confeccionada com cartolinas e papeis coloridos, em que cada equipe tem sua vez de participar da batalha. A medida que vai acertando a equipe vai pontuando.

Como apresentado na tabela 2, temos a ilustração da Batalha de Kepler. Jogo utilizado para este encontro.

A BATALHA DE KEPLER

2° Tabela: Exemplo da Batalha de Kepler

X	A	B	C	D	E	F
1						
2						
3						
4						
5						
6						

- 1 A – Você acaba de perder **Marte**
- 1 B – Comente de maneira breve as contribuições dadas por Tycho Brahe
- 1 C – As descobertas de Kepler possibilitaram uma formulação importante, qual foi o nome dado para essa Lei?
- 1 D – Passe a vez
- 1 E – Qual planeta foi importante para as descobertas de Kepler e por quê?
- 1 F – Prenda (faça uma mimica que represente a aceleração da gravidade, se sua equipe não acertar perde **Vênus**)
- 2 A – Você acaba de perder **Terra**
- 2 B – Prenda (faça uma mimica representando as quatro estações do ano, se sua equipe não acertar perde **Mercúrio**)
- 2 C – Você ganhou **Urano**
- 2 D – Faça um breve resumo das três Leis de Kepler para o movimento planetário
- 2 E – Em relação ao sol, qual foi a descoberta que Kepler fez em relação ao movimento dos planetas?
- 2 F – Você acaba de perder **Mercúrio**
- 3 A – Passe a vez
- 3 B – Qualquer planeta que gira em torno do Sol descrevendo uma órbita elíptica, na qual o Sol ocupa um dos focos. Qual Lei define essa descrição?
- 3 C – Passe a vez
- 3 D – Prenda (Faça uma mimica, representando a força peso. Se sua equipe não acertar perde pontuação **Terra**)
- 3 E – Você acaba de perder **Neturno**
- 3 F – Uma bolinha de gude poderia orbitar em torno de uma bola de boliche? Por que esse tipo de fenômeno físico não ocorre cotidianamente com objetos deixados sobre uma mesa, por exemplo?
- 4 A – Prenda (faça uma mimica representando o movimento de rotação que a terra faz em torno do seu próprio eixo, se sua equipe não acertar, perdem **Urano**)
- 4 B – Passe a vez
- 4 C – O que é uma elipse?
- 4 D – Você acaba de perder **Terra**
- 4 E – O que levou Kepler a abandonar o conceito de órbitas circulares para o movimento dos planetas?
- 4 F – Você ganhou **Saturno**

5 A – Os quadrados dos períodos de revolução dos planetas são proporcionais aos cubos dos raios de sua órbita. Qual lei define essa descrição?

5 B – Passe a vez

5 C – Você acaba de perder **Urano**

5 D – O que diz a terceira Lei de Kepler

5 E – Prenda (faça uma mímica que represente força de atrito, se sua equipe não acertar perde **Urano**)

5 F – Você ganhou **Júpiter**

6 A – Você acaba de perder **Terra**

6 B – Passe a vez

6 C – Você ganhou **Saturno**

6 D – Explique por que a velocidade dos planetas no periélio é maior que no afélio

6 E – Passe a vez

6 F – Qual Lei de Kepler descreve o movimento dos planetas, em intervalos de tempos iguais e áreas iguais

As perguntas referentes ao conteúdo que foi ministrado, o acerto desta corresponde a pontuação **Júpiter**

7º Encontro - Gravitação Universal de Newton

Tema: Gravitação Universal

Objetivos:

- ✓ Compreender os aspectos conceituais e matemáticos relacionados a Gravitação Universal
- ✓ Compreender os movimentos dos astros
- ✓ Entender que a Gravidade é uma Força
- ✓ Compreender que a Força Gravitacional depende da massa e da distância entre os objetos

Conteúdos:

- ✓ Lei da Gravitação Universal
- ✓ Campo Gravitacional
- ✓ Constante G da Gravitação Universal

Público-alvo: Estudantes que cursam o Ensino Médio

Proposta de atividade:

A aula que segue, tem como objetivo apresentar o conteúdo referente a Gravitação Universal. Como mencionado em aulas anteriores (4º encontro), que trata das Leis de Kepler, vimos que na Grécia antiga, os primeiros filósofos a tentar explicar os movimentos dos corpos celestes, estes propuseram modelos na tentativa de explicar tais movimentos. No 4º encontro, foi proposto o primeiro modelo apresentado neste período, que obteve grande aceitação foi o modelo Geocêntrico, tal modelo afirma que a Terra estaria no centro do Universo, e conseqüentemente os demais corpos giram em órbita circulares ao redor da Terra. Os corpos conhecidos nesta época, que apresentam movimentos circulares ao redor da Terra era: Sol, Lua e os planetas.

Entretendo este modelo, passou a ser abalado, pois o mesmo não consegue explicar completamente as observações. Desta forma, Ptolomeu introduziu mudanças a este modelo. Em seu novo modelo, temos a Terra no centro do Universo, mas, os planetas agora giram em torno de um ponto, tendo por sua vez uma trajetória circular em torno da Terra.

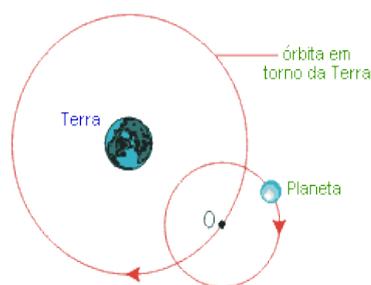
Como apresentado nas figuras 27, e 28 temos a ilustração do modelo Geocêntrico e o modelo descrito por Ptolomeu. As figuras foram utilizadas no referente encontro.

Figura: 27 Modelo Geocêntrico



Fonte: www.educ.fc.ul.pt

Figura: 28 Modelo Ptolomeu

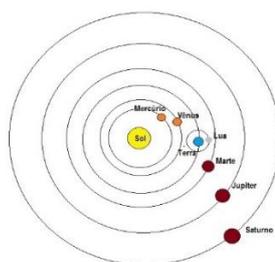


Fonte: EducaBras

Este modelo, descrito por Ptolomeu, prevaleceu até o Renascimento. Com as novas ideias descritas por Nicolau Copérnico (1473 – 1543), este propôs um modelo Heliocêntrico, este por sua descreve que o Sol se encontra no centro do Universo, enquanto os planetas giram em torno dele. Este modelo prevalece até os dias atuais, considerando os estudos e observações feitas por Kepler.

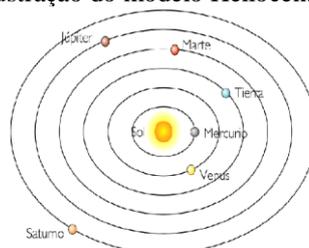
Kepler concluiu que as trajetórias dos planetas não eram circulares, mas sim elípticas (elipse). Apresentamos nas figuras 29 e 30 o modelo Heliocêntrico de Copérnico e de Kepler, figuras estas, usadas no encontro, para demonstração dos conteúdos trabalhados.

Figura: 29 Ilustração do Modelo Heliocêntrico de Copérnico



Fonte: jacquesalves.blogspot.com

Figura: 30 Ilustração do modelo Heliocêntrico de Kepler



Fonte: harmoniadomundo.wordpress.com

Após feita a discussão dos modelos que explicavam os movimentos dos astros, e já tendo o conhecido as Leis de Kepler, podemos então assim, introduzir nesta aula a Gravitação Universal de Newton.

Portanto, tendo por base as Leis de Kepler e combinando estas as três Leis do movimento, Isaac Newton elaborou a Lei da Gravitação Universal dando finalmente sentido ao movimento de muitos corpos celestes, que antes não se conhecia tais explicações. Esses movimentos que passaram a ser descritos através da Lei Gravitação Universal, independem de qual seja o tipo de órbita percorrida por eles.

Gravitação Universal de Newton

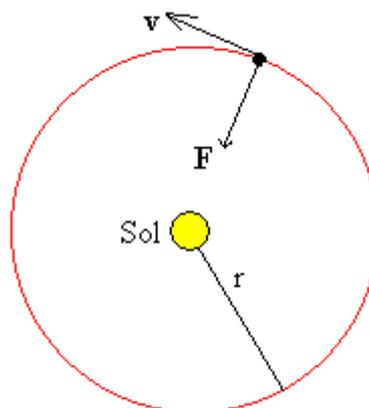
A descrição da Gravitação Universal teve contribuições dos estudos que Kepler realizou, em que este descreveu três Leis importantes para o crescimento e entendimento da astronomia. Newton em seus estudos, referentes aos movimentos dos planetas feitos com base nas Leis de Kepler, ele observou que os planetas descrevem órbitas em torno do Sol, por isso, é possível que estes planetas devem estar sujeitos a uma força centrípeta, pois, do contrário, suas trajetórias não seriam curvas. Após tal raciocínio feito por Newton, ele concluiu que as Leis do movimento elaboradas por ele seriam validas também para corpos celestes. Com isso, Isaac Newton, define que um planeta em órbita circular em torno do Sol, tem-se uma força F que aponta na direção do Sol, esta representa a força centrípeta que deve atuar no planeta para mantê-lo em sua órbita. Na Figura 31, apresentamos os vetores que demonstram as forças existentes no movimento circular, este executado por um planeta e o Sol.

Através desta observação e descrição que Newton faz sobre os movimentos dos corpos celestes, ele define que:

“A força centrípeta, que mantém um planeta em órbita, deve-se a atração do Sol sobre esse planeta”.

Podemos observar na figura 31 a ilustração da Foça Centrípeta entre os astros, neste caso o Planeta e o Sol.

Figura: 31 Ilustração da Força centrípeta entre planeta e o Sol



Fonte: Wikipédia

Após feita esta discussão sobre a força que puxa os planetas em direção ao Sol, Newton continua seus estudos, no propósito de tentar descrever os movimentos dos corpos celestes. Em seus estudos, ele sabia que as trajetórias dos planetas são pouco achatadas, sendo bem próximas de uma circunferência do que de propriamente de uma elipse, como Kepler descreveu. Assim, a 3ª Lei de Kepler ou a Lei das Órbitas como é conhecida, permite supor que a velocidade orbital do astro tenha módulo constante e que este acaba descrevendo um movimento de translação circular e uniforme.

Com o auxílio da 3ª Lei de Kepler e da Lei da Ação e Reação, Newton conseguiu descrever essa força como uma expressão que depende unicamente das massas dos planetas e do Sol e da distância existente entre eles. Ou seja, Newton trabalhou com a ideia de que toda a massa de cada corpo celeste estava concentrada em um ponto no seu centro. Portanto, essa é a razão pela qual os astros permanecem em órbita no espaço e não fogem dela.

Com a exposição dessas ideias estabelecidas por Isaac Newton, compreendendo as Leis de Kepler e as Leis do movimento, podemos então fazer questionamentos aos estudantes sobre o que foi ministrado, como também explorar o jogo Angry Birds Space agora observando o comportamento dos planetas, seus movimentos circulares e seus movimentos em relação ao Sol.

Iniciaremos alguns questionamentos aos estudantes a respeito da Força Gravitacional, para que possamos explorar as interações que desejamos.

“Diante do que estudamos, é possível que exista alguma relação entre a força que aproxima o Sol da Terra, e a força que nos mantém presos ao solo da Terra?”

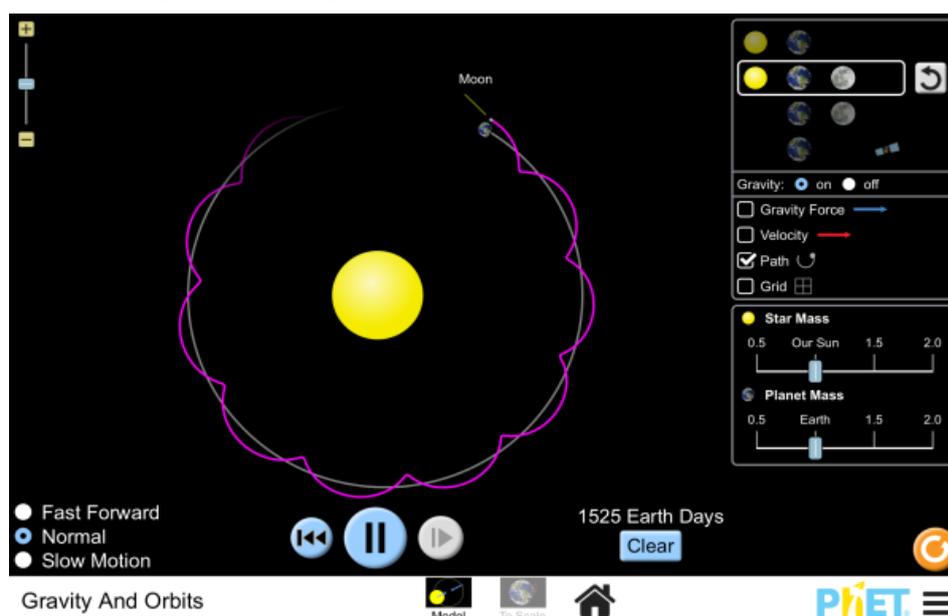
“Nosso Universo teria o mesmo aspecto se não existisse a força de atração gravitacional?”

Feito estes questionamentos, esperamos que os estudantes consigam fazer relações com os conteúdos ministrados, compreendendo a ação da Força Gravitacional, como também a Aceleração da Gravidade e Força Peso, tais conceitos estão presentes em aulas que antecedem a aula referente a Gravitação Universal.

Em seguida, será apresentado aos estudantes uma simulação dos movimentos de corpos celestes, através do simulador PhET, em que, esta ferramenta permite fazer alterações nas massas dos corpos, distâncias e rotações. Proporcionando discussões sobre o conteúdo, pretendemos também que os estudantes realizem questionamentos através da situação apresentada, enriquecendo as discussões sobre o conteúdo.

Como apresentada na figura 32, temos a ilustração do Simulador PhET, utilizado neste encontro.

Figura: 32 Ilustração do Simulador PhET – Gravitação universal



Fonte: Simulador PhET

Após a ilustração dos movimentos dos corpos celestes, será apresentada a definição estabelecida por Isaac Newton a Lei da Gravitação Universal. Em seus estudos, ele define que a força que acelera os corpos para o centro da Terra é a mesma que os mantém em movimento no céu. Portanto, a Força Gravitacional e Força Peso possuem a mesma natureza.

Ou seja, podemos descrever em outras palavras que a Lua por exemplo, tende a decair sobre a Terra, mas, mantém-se em órbita devido a sua velocidade de translação. Desta forma, Newton descreve a Lei da Gravitação Universal.

Definição:

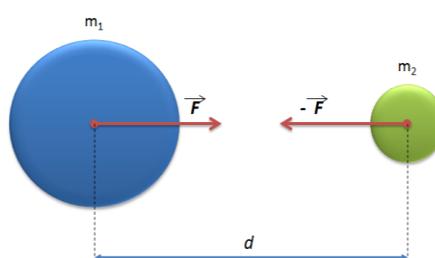
Dois corpos atraem-se mutuamente sempre com forças de intensidades F diretamente proporcionais ao produto de suas massas M e m e inversamente proporcionais ao quadrado da distância d que separa seus centros de Gravidade.

Matematicamente, a Lei da Gravitação Universal de Newton é expressa desta forma:

$$F = G \cdot \frac{M \cdot m}{d^2}$$

Apresentamos na figura 33, a ilustração da Força Gravitacional atuando entre os objetos de massa m_1 e m_2 .

Figura: 33 Ilustração da Gravitação Universal de Newton



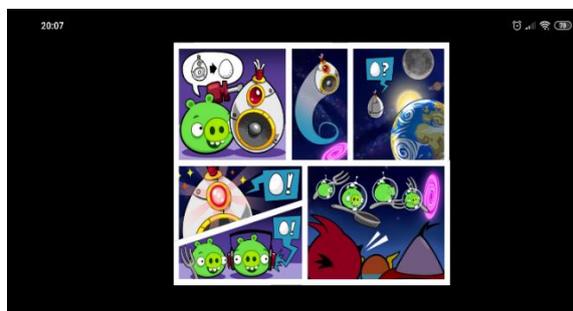
Fonte: professorcidao.wordpress.com

Após apresentado a expressão matemática que contempla a Lei da Gravitação Universal, pretendemos para este momento fazer uso do jogo Angry Birds Space, como ferramenta ilustrativa e interativa, para o estudo da Gravitação Universal de Newton e Campo Gravitacional, com uso da Lousa Digital. Será ilustrado o comportamento dos pássaros quando imersos em um Campo Gravitacional. Será proposto aos estudantes, que baixem o jogo em seus aparelhos eletrônicos (Smartfone, tabletes, entre outros), também será proposto que os estudantes joguem através da Lousa Digital, já que esta é interativa. Desta maneira, será possível permitir aos estudantes, que estes observem o comportamento dos corpos celestes, em cada fase o jogo. O jogo Angry Birds Space, permite em sua plataforma a opção

de mudar o planeta em que se deseja jogar, mudando assim, a Gravidade e movimento dos pássaros imersos em um Campo Gravitacional.

Apresentamos nas figuras 34, 35, 36, 37 e 38 o jogo Angry Birds Space utilizado neste encontro e o mesmo foi executado pelos estudantes.

Figura: 34 Ilustração do Jogo Angry Birds Space



Fonte: Própria Smartfon

Figura: 35 Ilustração do Jogo Angry Birds Space



Fonte: Própria Smartfone

Figura: 36 Ilustração do Jogo Angry Birds Space



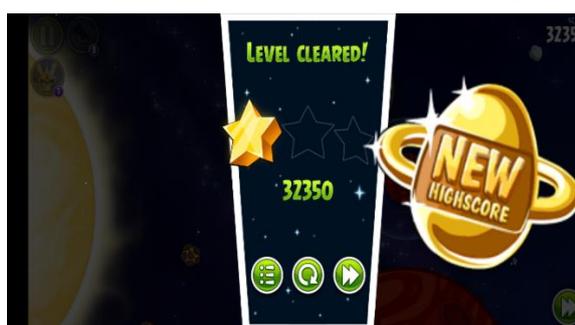
Fonte: Própria Smartfone

Figura: 37 Ilustração do Jogo Angry Birds Space



Fonte: Própria Smartfone

Figura: 38 Ilustração do Jogo Angry Birds Space



Fonte: Própria Smartfone

Após feito as apresentações do jogo Angry Birds Space através da Lousa Digital, e possibilitar um espaço para os estudantes jogar um pouco em sala, será pedido para que eles continue a jogar em momentos fora de sala de aula, visando que teremos jogos relacionadas ao conteúdo e ao jogo, que com o sucesso das respostas acarreta em pontuação para as equipes. Portanto, será feito alguns questionamentos aos estudantes, sobre o jogo apresentado e sobre o conteúdo ministrado.

“Como poderia explicar a mudança de velocidade dos pássaros quando imersos em um Campo Gravitacional”?

“O que causa essa mudança de velocidade quando o pássaro entra no Campo Gravitacional? É valido para todos os corpos celestes”?

“Quando o pássaro está imerso em um Campo Gravitacional, temos aceleração da Gravidade”?

“Se colocarmos o pássaro na Lua seu comportamento é o mesmo? O que muda”?

“Se a massa do pássaro for alterada modifica seu movimento”?

Com tais questionamentos feitos, pretendemos que os estudantes compreendam o conceito de Gravitação Universal, como também o conceito de Força Gravitacional, Leis de Kepler e Força Peso. Permitindo assim, discussões sobre o conteúdo através de ferramentas interativas e dinâmicas, para o auxílio do Ensino de Física.

Para finalizar esta aula, será proposto um jogo, entre as equipes, referente ao conteúdo ministrado (Gravitação Universal). O jogo que segue, já foi apresentado no primeiro encontro. Utilizaremos como recurso de Game a **Caixa Surpresa**, nela temos perguntas, feitas e sorteadas pela professora. À medida que as equipes acertam aos questionamentos propostos marcam pontuação que será descrita a seguir:

Na caixa surpresa, temos perguntas referentes ao conteúdo ministrado, como também ganho de pontos e a perda destes. As perguntas sorteadas referentes ao conteúdo, valem pontuação **Saturno**, se assim a equipe acertar.

Apresentamos na figura 8.1 a ilustração da caixa surpresa.

A caixa surpresa

Figura 8.1: Exemplo da caixa surpresa



Fonte: professoraivaniferreira.blogspot.com

Dentro da caixa surpresa temos os seguintes questionamentos:

“Nosso planeta teria o mesmo aspecto se não existisse a força de atração gravitacional?”

“Que pena, você acaba de passar a vez!”

*“Bônus Uhuu. Acaba de ganhar pontuação **Marte***

*“Que pena, você perdeu pontuação **Mercúrio***

“Sabendo que os planetas descrevem órbitas em torno do Sol, você poderia concluir, como fez Newton, que deve existir uma força atuando sobre eles? Explique para nós”.

“Newton percebeu que deveria existir um agente responsável por essa força. Qual é esse agente?”

“Existe um instrumento utilizado por pedreiros conhecido como nível. Qual a finalidade desse instrumento e quais as atividades ele é utilizado durante a construção de uma casa?”

“A Terra executa movimentos de Translação, Rotação e mais três movimentos. Quais movimentos são esses?”

Após feitos os questionamentos presentes na caixa surpresa, pretendemos que os estudantes compreendam o conceito de Gravitação Universal de Newton e suas características. Como a constante de Gravitação Universal e Força de atração Gravitacional entre dois corpos, que descreve a Lei da Gravitação Universal. Com isso, possibilitamos discussões sobre os conteúdos ministrados através de brincadeiras de fácil acesso e baixo custo, permitindo desta maneira metodologias de Ensino, voltadas para o Ensino de Física, em que este, é encarado pelos estudantes em sua maioria como uma disciplina de difícil compreensão por ser abstrata e ter tratamentos matemáticos complexos.

Nosso objetivo, é fazer uso destas brincadeiras, para que as mesmas auxiliem no processo de Ensino e Aprendizagem, promovendo interações entre os sujeitos envolvidos no processo, para que assim consigamos estimular o interesse para o estudo em Física no Ensino Básico, visando adquirir formação necessária para o entendimento e compreensão de fenômenos naturais e situações cotidianas.

8º Encontro – Aceleração Gravitacional e ocorrência do Fenômeno das Marés

Tema: Aceleração Gravitacional e Fenômeno das Marés

Objetivos:

- ✓ Compreender o conceito de Aceleração da Gravitacional, e aplicação desta em instrumentos que contribui com avanços tecnológicos.
- ✓ Entender o movimento de satélites e sua importância para comunicação e benefícios proporcionados por este em situações práticas do dia a dia.
- ✓ Compreender o Fenômeno das Marés, sua importância e consequências trazidas por esta.

Conteúdos:

- ✓ Aceleração Gravitacional
- ✓ Movimento de satélites
- ✓ Fenômeno das marés

Público alvo: Estudantes que cursam o Ensino Médio

Proposta de atividade:

Para este momento, será ministrado os tópicos referentes a Aceleração Gravitacional, movimento de satélites e fenômenos das marés. Neste encontro já tínhamos conhecimento sobre Gravitação Universal de Newton e Campo Gravitacional, ministrados em aulas anteriores, podemos então iniciar discussões sobre a Aceleração Gravitacional, apresentando as consequências e benefícios trazidos por esta. Posteriormente será apresentado como se dá o movimento de satélites e por fim o fenômeno de marés.

A aceleração gravitacional foi possível de ser feita sua descrição após estudos feitos por Isaac Newton. Antes acreditava-se que havia distinção entre os conceitos de massa como medida de quantidade da inércia e de massa gravitacional. Este pensamento se dava no período em que os principais foram escritos por Newton. Posteriormente, passou-se a entender a massa como medida de quantidade de inércia, segundo os Princípios Fundamentais da Dinâmica, que é a constante de proporcionalidade entre a força resultante e a aceleração ($f = m \cdot a$). Percebe-se então, que a massa gravitacional é relacionada com uma reação dos corpos á ação gravitacional, sendo os termos m e M a expressão que segue:

$$F = G \cdot \frac{M \cdot m}{d^2}$$

Esta diferença foi superada pela teoria da Relatividade Geral de Albert Einstein, que se baseia exatamente no fato de que massa é justamente o conceito que mede duas variáveis distintas: a inércia e a gravitação.

A força gravitacional e peso têm o mesmo valor desde que desprezemos os efeitos da rotação planetária.

Sabendo que:

$$g = G \cdot \frac{M}{d^2}$$

podemos então concluir que:

$$G \cdot \frac{M \cdot m}{d^2} = m \cdot g$$

Portanto, as expressões acima, fornece a aceleração gravitacional g de um planeta a uma distância d do seu centro gravitacional, não apenas na superfície, mas em qualquer altitude, seu valor depende da massa do planeta, mas não da massa do corpo que está sujeito a essa aceleração.

Após a apresentação sobre o tópico aceleração gravitacional, será feito questionamentos aos estudantes, com o objetivo de proporcionar discussões sobre o conteúdo ministrado, como também interação dos estudantes uns com os outros, e com a professora.

“De acordo com o que estudamos, o que podemos afirmar sobre aceleração gravitacional? Qual sua importância em nosso dia a dia?”

“Você concorda que a existência da aceleração gravitacional é importante para a existência humana? Ou conseguimos viver com sua ausência?”

“A Lei da Gravitação Universal foi estabelecida inicialmente por Newton para expressar a força de atração entre o Sol e os planetas. Explique por que posteriormente, ela passou a ser denominada Lei de Gravitação Universal”.

Feitos estes questionamentos, esperamos que os estudantes consigam compreender, que a força de atração gravitacional sobre objetos próximos a superfície de um planeta é a força peso. Como também, o valor do campo gravitacional (g) na superfície de um planeta depende unicamente de suas próprias características. Em que, isto é explicado através da aceleração gravitacional, sua constante G é a razão da massa sobre o raio ao quadrado.

$$g = G \cdot \frac{M}{d^2}$$

Posteriormente, será apresentado o movimento dos satélites. Para dá continuidade a este tópico, faremos uso de imagens e vídeos. A exposição de vídeos que será apresentado

para os estudantes, tem como objeto auxiliar na compreensão destes movimentos e como consegue-se colocar um satélite em órbita.

Para que seja possível colocar um satélite em órbita é necessário levá-lo, através de foguetes até uma altura h desejada, em que este valor de h varia muito de um foguete para o outro, dependendo de uma série de fatores. Entretanto, esta altura não deve ser inferior a 150 km, para que na região onde o satélite se movimenta, a atmosfera terrestre já esteja suficientemente rarefeita e, assim a força de resistência do ar não perturbe o movimento do satélite.

Quando o satélite atinge a altura desejada, ainda por meio de foguetes, este é lançado com uma velocidade v . O movimento do satélite pode ser explicado porque, a Terra exerce sobre o satélite uma força de atração F , que altera a direção de v fazendo com que ele descreva uma trajetória curvilínea. Para que a trajetória do satélite seja uma órbita circular em torno do centro da Terra, a velocidade horizontal v deverá ter um valor determinado. Isso porque a força F de atração da Terra deve proporcionar a força centrípeta necessária para esse movimento ocorrer.

O satélite uma vez colocado em órbita, e não existindo nenhuma perturbação, o satélite continuará girando, indefinidamente em torno da Terra.

Após apresentado como acontece o movimento dos satélites em torno da Terra, serão feitos questionamentos sobre o tópico ministrado em sala de aula, com o propósito de proporcionar discussões entre os estudantes e a professora. Temos os questionamentos a seguir:

“Sabendo que o satélite atinge uma altura considerável em relação a Terra, não podendo ser inferior a 150 km. Um satélite a uma altura superior a 150 km, pode-se dizer que a atração da Terra sobre o satélite é nula ou desprezível?”

“A força de atração da Terra sobre um satélite em órbita circular proporciona a força centrípeta que deve atuar nele. A atração da Terra faz variar:

A direção da velocidade do satélite?

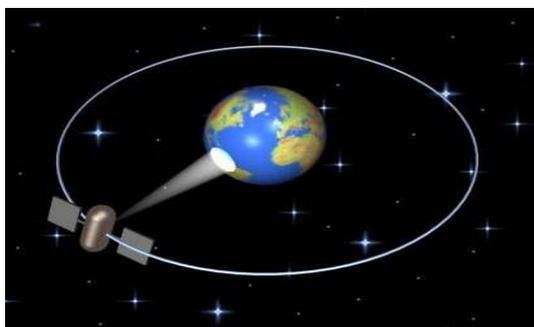
Varia o módulo da velocidade do satélite?”

Feitos os questionamentos, esperamos que os estudantes, consigam perceber como ocorre o movimento dos satélites, a importância deste para descobertas científicas e

contribuições dadas a avanços tecnológicos. Espera-se também, que os estudantes, compreendam a ação da Aceleração Gravitacional, para o equilíbrio dos corpos celestes.

É possível observar nas figuras 39 e 40, ilustrações de situações que representam um satélite em órbita em torno da Terra.

Figura 39: Figura 42: Ilustração de satélites em órbita



Fonte: rotamarinha.wordpress.com

Figura 40: Ilustração de satélites em órbita



Fonte: rotamarinha.wordpress.com

Após exposição das imagens será apresenta três vídeos, que apresenta os satélites em órbitas em torno do Planeta Terra, como também o lançamento do foguete o leva o satélite, para que este fique em órbita.

1° vídeo: Como um satélite se mantém em órbita?
<https://www.youtube.com/watch?v=xcpU88Cjupw>

2° vídeo: Lançamento de satélite, colocando em órbita
<https://www.youtube.com/watch?v=kfqtO2V8eJw>

3° vídeo: O perigo do lixo espacial em volta da Terra
<https://www.youtube.com/watch?v=-aoI0H4wGyg>

Em seguida, apresentaremos os satélites estacionários, estes recebem esse nome, por estarem “parados” em relação a um referencial vinculado á superfície do planeta, isto é, fixo sobre este.

Os satélites estacionários têm orbitas circulares contidas no planeta equatorial. Como estes estão em órbita em torno da terra, seu período de revolução é de 24 horas, que é igual ao período de rotação do planeta, em que, estes em sua maioria, apresenta um raio de sua órbita igual a 6,7 raios terrestres aproximadamente. A aplicação mais importante para estes satélites está nas telecomunicações (este será um ponto, que detalharemos neste encontro, como os satélites são benéficos para que possamos ter acesso a comunicação entre outras tecnologias). Sabendo que atualmente vivemos a era da comunicação, em um tempo que é possibilitado pela tecnologia, nos colocando a disposição a telefonia como outras tecnologias: aplicativos, software, GPS, entre outras. Essas tecnologias em sua maioria, são possibilitadas através do uso de satélites, pois estes possibilitam o tráfego de dados eletrônicos, que é feito grande parte via satélite por exemplo.

Para concluirmos nosso encontro, como o último tópico a ser ministrado, iremos apresentar o conceito do fenômeno das marés ou marés oceânicas, este por sua vez se caracteriza por ser natural. O fenômeno das marés influencia diretamente a vida dos pescadores, surfistas e banhistas. O fenômeno das marés consiste na flutuação periódica do nível da água do mar, produzindo o que se denomina maré alta e maré baixa. O fenômeno das marés é estudado desde a Antiguidade, este também foi estudo por Isaac Newton. O fenômeno das marés resulta da força de atração do Sol e da Lua sobre a Terra. A Força Gravitacional da Lua é a principal responsável, pois, apesar de ter massa menos, a Lua está mais próxima da terra do que o Sol.

O fenômeno das marés é extremamente importante para a vida na Terra, este depende da posição da Lua e do Sol em relação a Terra, as marés terão diferentes comportamentos, que estes interferem diretamente a vida do planeta Terra. O ciclo entre a maré alta e a maré baixa ocorre a cada 6 horas, aproximadamente, ou seja, quando a maré é alta o nível da água aumenta e podemos observar o fluxo das águas do mar movendo-se em direção às praias, reduzindo a faixa de areia. Após 6 horas, o nível da água começa a baixar até alcançar a maré baixa. E esse ciclo se repete. A lua é responsável pelo fenômeno das marés.

Como apresentada na figura 41, temos a representação do fenômeno das marés, recorrentes pelos movimentos da Lua em torno do Planeta Terra.

Figura 41: Ilustração do fenômeno das marés



Fonte: if/ufrgs

Após apresentado como acontece o fenômeno das marés, e ilustração de imagens, a professora irá propor uma discussão sobre o tópico, realizado alguns questionamentos sobre o fenômeno das marés.

“Quando temos duas marés altas em um mesmo dia, estas são diferentes na maioria das vezes que ocorrem?”

“O movimento das águas oceânicas, subindo e descendo periodicamente, constituem as marés. Isso acontece devido a atração gravitacional oriunda do Sol e da Lua. Por que a influência da Lua nas marés é maior que a do Sol?”

Com os questionamentos feitos, esperamos que os estudantes, consigam perceber a importância da Força Gravitacional para estabilidade de corpos celestes, e o movimento dos satélites, como também compreendendo a importância da Lua para a existência da vida na Terra. Acreditamos que os estudantes consigam perceber a importância do estudo de conceitos Físicos para o entendimento de fenômenos naturais existentes em nosso Universo e em especial no planeta Terra, como também, os avanços tecnológicos que são possibilitados através destes conceitos e descobertas, sendo assim crucial para criação de ferramentas tecnológicas, permitindo melhorias no cotidiano.

Para finalizar este encontro será apresentado aos estudantes um vídeo, que explica a influência da Lua no fenômeno das marés. Vídeo: Como funciona a influência da Lua nas marés. <https://www.nexojornal.com.br/video/video/Como-funciona-a-influ%C3%Aancia-da-Lua-nas-mar%C3%A9s>.

Após a exibição do vídeo, será pedido aos estudantes, que produzam uma resenha referente ao vídeo exibido em sala de aula. Este será avaliado de maneira quantitativa no final desta disciplina.

9º Encontro – Aceleração Gravitacional e Ocorrência do Fenômeno das Marés

Tema: Aceleração Gravitacional e Fenômeno das marés

Objetivos:

- ✓ Compreender o conceito de Aceleração da Gravitacional, e aplicação desta para explicar situações cotidianas
- ✓ Entender o movimento de satélites e sua importância para comunicação e benefícios proporcionados por este em situações práticas do dia a dia.
- ✓ Compreender o fenômeno das marés, sua importância e consequências trazidas por esta.

Conteúdos:

- ✓ Aceleração Gravitacional
- ✓ Movimento de satélites
- ✓ Fenômeno das marés

Público alvo: Estudantes que cursam o Ensino Médio

Proposta de atividade:

Para este encontro, iniciaremos, retomando ao encontro anterior em que foi ministrado o conceito de Aceleração da Gravitacional, Movimento de Satélites e Fenômenos de Marés. Será apresentado aos estudantes um vídeo, que relata o Fenômeno das Marés, vídeo este chamado: Porque precisamos da Lua? Após os estudantes assistirem o vídeo será pedido para que os mesmos, façam um relato referente ao vídeo apresentado em sala, tendo caráter avaliativo para ser contabilizado quantitativamente no fim desta disciplina que será ofertada.

Posteriormente, realizaremos uma atividade de caráter dinâmico e interativa, referente a aula anterior. Iremos propor que as equipes escolham um representante para participar desta dinâmica que acarreta pontuação para a equipe. O jogo a ser realizado, consiste em uma trilha, a medida que a professora faz questionamentos, se o representante

da equipe acerta, este dá um passo a frente e permanece do jogo, quando o representante da equipe erra ao questionamento, este passa a vez para outro participante. A equipe que chegar primeiro no final da trilha ganha pontuação máxima (Júpiter), o segundo colocado ganha pontuação Netuno e o terceiro colocado, pontuação Vênus.

Este jogo será representado por três percursos, cada uma contendo sete quadrados, à medida que as equipes pontuam, avançam os quadrados, a equipe que chegar primeiro, marca pontuação júpiter. A trilha será confeccionada com material emborrachado e coloridos.

Apresentamos na figura 42, a ilustração do jogo que nominamos como trilha.

Figura 42: Ilustração da trilha



Fonte: supermamae.com.br

A seguir teremos os questionamentos que serão feitos durante o jogo, cada questionamento acertado o representante avança um degrau, e permanece no jogo, quando este errar, passa a vez para outro participante da continuidade ao jogo.

Questionamentos:

“Podes nos contar quem é responsável pelo efeito das marés?”

“Como acontece o efeito de marés? Explique?”

“Em que região do planeta encontramos pessoas que são antípodas das pessoas que estão no Brasil?”

“Vamos supor que um planeta atuasse apenas a força de atração do Sol. Qual seria a trajetória desse planeta?”

“Porque a trajetória dos planetas em torno do Sol, não executam uma trajetória elíptica?”

“Que tipo de astro é o Sol?”

“Em quais fases da Lua ocorrem os maiores efeitos de marés?”

“Quais os fatores que mantem os satélites em órbitas?”

“Vocês sabem explicar ao que se deve as variações das fases da Lua (do que isso depende)?”

10° Encontro Passa ou Repassa

Tema: Aceleração da Gravidade e Gravitação de Newton

Objetivos:

- ✓ Compreender o conceito de Aceleração da Gravitacional, e aplicação desta para explicar situações cotidianas
- ✓ Entender o movimento de satélites e sua importância para comunicação e benefícios proporcionados por este em situações práticas do dia a dia.
- ✓ Compreender como gravitação Universal de Newton explica o movimento dos astros.
- ✓ Compreender o comportamento de corpos imersos no espaço.

Conteúdos:

- ✓ Aceleração Gravitacional
- ✓ Gravitação Universal
- ✓ Movimento dos astros

Público alvo: Estudantes que cursam o Ensino Médio

De acordo com os filmes expostos e discussões feitas sobre os mesmos, fazendo considerações relevantes sobre estes e correções de cenas que chamaram a atenção dos estudantes. Teremos um jogo relacionado a estes encontros, o jogo que segue é um PASSA OU REPASSA.

Para este momento será pedido as equipes que apresente seus representantes para a execução desta prova, referente a cenas e discussões feitas sobre os filmes que pretendemos realizar.

Como nossa proposta é a realização de PASSA OU REPASSA. As perguntas serão propostas pela professora referente as cenas dos filmes, e encontros já realizados. Cada

equipe terá seu lugar para ficar posicionado. O jogo acontecerá da seguinte forma, cada equipe apresenta seu representante para executar o jogo, este ficará posicionado segurando uma placa. Quando os representantes das equipes sentir interesse em responder, levanta a placa, o que primeiro levantar tem direito de responder aos questionamentos, quando não acertar, passa a vez para o próximo e assim sucessivamente. No fim da prova, será divulgado a pontuação de cada equipe, e a pontuação final desta disputa, e conseqüentemente a equipe vencedora.

Questionamento realizados:

“Sabendo que o cubo maciço tem quatro lados iguais com superfícies diferentes, o que acontece quando modificamos a superfície do cubo para uma superfície mais áspera?”

“O peso é uma força, ela existe apenas em objetos que ficam sobre uma superfície?”

“Por que no mês de Fevereiro temos 28 dias? O que acontece a cada quatro anos que ele acrescenta um dia, ficando com 29 dias?”

“Qual Lei de Kepler descreve o movimento dos planetas, em intervalos de tempos iguais e áreas iguais?”

“Como podemos classificar o Sol? Ele é chamado de?”

“Diante do que estudamos, é possível que exista alguma relação entre a força que aproxima o Sol da Terra, e a força que nos mantém presos ao solo da Terra?”

“De acordo com o que estudamos, o que podemos afirmar sobre aceleração gravitacional? Qual sua importância em nosso dia a dia?”

Quando realizamos o experimento dos livros presos um no outro, qual força mantém os livros juntos?”

“Sabemos que os movimentos realizados pela Terra, a rotação e translação são considerados como os dois mais importantes, pois estes exercem influência no cotidiano das sociedades. Quais são as consequências principais dos movimentos de rotação e da translação da Terra?”

“Como estudamos nesta aula, como podemos definir o movimento dos planetas? Qual Lei de Kepler contempla a explicação do movimento dos planetas?”

É possível afirmar que o peso é uma força? Ela existe apenas em objetos que ficam sobre superfícies?

Referências

YOUNG, H. D; FREEDMAN, R. A. **Física II - Termodinâmica e Ondas**. 12. ed. Londres: Pearson, 2008.

YOUNG, H. D; FREEDMAN, R. A. **Física II - Termodinâmica e Ondas**. 14. ed. Londres: Pearson, 2015.

FREDERICK J. K.; EDWARD G.; MALCOM J. S.. **Física I**. 1 ed. Londres: Pearson, 2004.

DOCA, R. H.; BISCUOLA, G. J.; BÔAS, N. V. **Física I Mecânica**. 3 ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

KAZUAHITO & FUKU. **Física para o Ensino Médio – Mecânica**. 4 ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

LUIZ, A. M. R.; ALVARENGA, B. A.; GUIMARÃES, C. C. **Física- Contextos & Aplicações**. 2 ed. São Paulo: Scipione, 2016.

APÊNDICE

APÊNDICE I

Movimento de Translação e Rotação

O movimento de translação, pode ser caracterizado da seguinte maneira: o movimento de translação é considerado um dos movimentos que a Terra realiza, o mesmo acontece quando o nosso planeta executa um deslocamento em torno do Sol de forma elíptica. Este movimento é responsável pelo afastamento existente entre a Terra e o Sol que oscila ao longo do ano. Este movimento tem duração de 365 e 6 horas, equivalendo a um ano, segundo estudos feitos por pesquisadores da área da astronomia. O movimento de translação é responsável pelas estações do ano.

As Leis de Kepler

Kepler definiu suas Leis após ter trabalhado no laboratório de Tycho Brahe, em que este sugeriu a Kepler estudar o problema da órbita de Marte. Kepler iniciou este estudo que durou mais de cinco anos. Lembrando que nesta época a ideia de que os planetas deveriam descrever movimentos circulares era dominante. Em que esta ideia está de acordo com a concepção de Aristóteles. Kepler era defensor da teoria de Copérnico, o qual afirmava que as órbitas dos Planetas eram circulares. Kepler tentou durante muito tempo, sustentar esta ideia, na luta de ajustar seus dados das observações de Brahe da órbita de Marte a um círculo, não teve sucesso. Em este reajuste resultava numa diferença de alguns minutos de arco.

Após várias tentativas de Kepler, ele resolveu abandonar a ideia intocável, há quase dois mil anos, da perfeição da forma circular. Logo, Kepler verificou que fazendo uma suposição de que a órbita de Marte era oval, ou seja, possuísse uma forma elíptica em vez de circular, as observações de Brahe sobre as posições do planeta concordavam muito bem com seus cálculos. Com isso, Kepler pode concluir que as órbitas dos planetas eram elípticas com o Sol ocupando um dos focos (YAMAMOTO, KAZUHITO 2016).

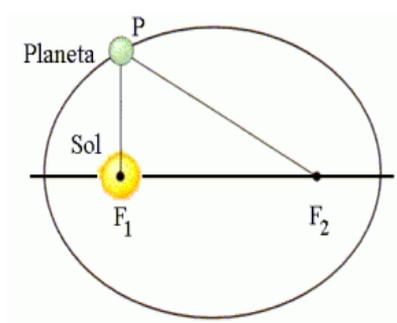
Diante do que foi apresentado, seguimos esta aula, ministrando as Leis de Kepler e suas características.

1º Lei de Kepler: a Lei das Órbitas

A trajetória das órbitas dos planetas em torno do Sol é elíptica, estando ele posicionado em um dos focos da elipse.

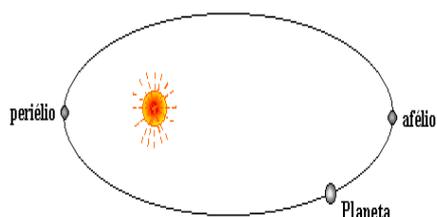
Apresentamos nas figuras 44, 45 e 46 a representação geométrica da Primeira Lei de Kepler.

Figura 44 : Ilustração da 1ª Lei de Kepler



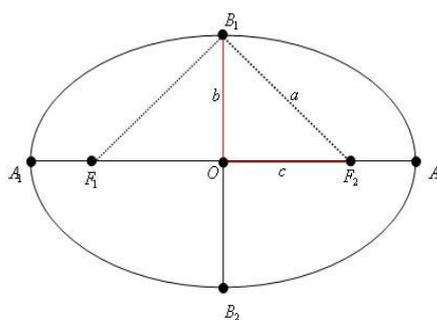
Fonte: geopedrados.blogspot.com

Figura 45: Ilustração da 1ª Lei de Kepler



Fonte: geopedrados.blogspot.com

Figura 46: Ilustração de uma elipse



Fonte: astro.if.ufrgs.br

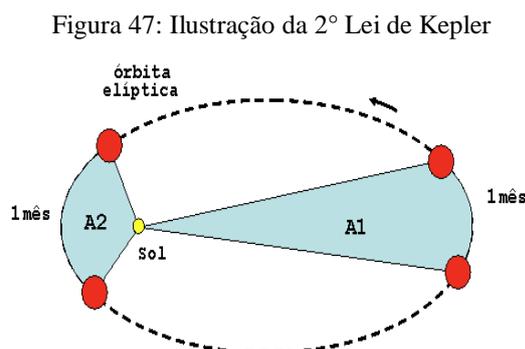
A apresentação feita acima, mostra o achatamento das trajetórias, ou seja, as elipses traçadas pelos planetas em torno do Sol. Em que, de acordo com a definição de elipse, a soma das duas distâncias ($d_1 + d_2$) entre cada ponto da curva, que é a posição ocupada pelo centro da gravidade do planeta na elipse, são constantes.

De acordo com a definição acima, é possível observar que o Sol está no centro da elipse, ou seja, em um dos focos. Sabendo que o planeta segue a elipse, tomando como exemplo da Terra ao Sol está sempre mudando. Se considerássemos uma órbita circular, essa distância seria sempre constante, sendo igual ao raio do círculo. Os estudos de Kepler definiram mais duas Leis que aprestaremos a seguir.

2° Lei de Kepler: a Lei das Áreas

O segmento imaginário ou raio vetor que liga o Sol a um planeta percorre áreas proporcionais aos intervalos de tempo gastos durante sua translação.

Pode-se observar na figura 47 a representação geométrica da Segunda Lei de Kepler.



Fonte: Info Escola

A segunda Lei de Kepler, afirma que quando temos intervalos de tempos iguais, como Δt_1 , Δt_2 e Δt_3 , apesar do planeta percorrer distâncias diferentes, as áreas varridas pelos raios tem a mesma medida, ou seja se $\Delta t_1 = \Delta t_2 = \Delta t_3$, logo $A_1 = A_2 = A_3$. Portanto, podemos afirmar que um planeta que se movimenta mais devagar, quanto mais distante este estiver do Sol.