

**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



Universidade Federal de Sergipe



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**  
**DEPARTAMENTO DE FÍSICA**  
**Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Física**

**A ABP COMO ESTRATÉGIA DIDÁTICA E A ASTRONOMIA  
COMO CONTEXTO NO ENSINO DA QUANTIDADE DE  
MOVIMENTO**

**Magna Coeli Soares Rodrigues**

São Cristóvão – SE  
2019

**MAGNA COELI SOARES RODRIGUES**

**A ABP COMO ESTRATÉGIA DIDÁTICA E A ASTRONOMIA  
COMO CONTEXTO NO ENSINO DA QUANTIDADE DE  
MOVIMENTO**

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

Orientadores:

Prof. Dr. Sergio Scarano Júnior

Profa. Dra. Laélia Pumilla Botelho Campos  
dos Santos

São Cristóvão – SE  
2019

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**  
**DEPARTAMENTO DE FÍSICA**  
**Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Física**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**A ABP COMO ESTRATÉGIA DIDÁTICA E A ASTRONOMIA COMO  
CONTEXTO NO ENSINO DA QUANTIDADE DE MOVIMENTO**

**Magna Coeli Soares Rodrigues**

**Banca:**

---

Prof. Dr. Sergio Scarano Júnior- Orientador  
Universidade Federal de Sergipe

---

Prof. Dr.  
Universidade Federal

---

Prof. Dr.  
Universidade Federal de Sergipe

*Dedico este trabalho aos meus pais, pelo exemplo de vida, por seu amor incondicional e por sua dedicação à educação; à minha filha Priscilla Caroline, tesouro que a vida me deu e que me inspira todos os dias.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela força, pelo conforto e por toda a alegria no caminho percorrido até aqui.

Aos meus pais, por todo o amor, carinho e companheirismo.

À minha filha, fonte de toda a minha força, que está comigo em todos os momentos.

À minha família, pelo apoio durante essa caminhada.

Ao professor Dr. Sergio Scarano, pela confiança, dedicação e participação em todas as etapas de desenvolvimento deste trabalho, pelos convites à realização de outras produções, pelos ensinamentos e orientações.

À professora Dra. Laélia Pumilla, pelas orientações, por sua presença na construção inicial e aplicação deste material, pelo encorajamento e pelos momentos alegres de convivência.

A Jéssica, amiga querida, pelo apoio incondicional no desenvolvimento e aplicação deste trabalho.

Aos amigos Geane e Antônio, pelo companheirismo e por fazerem parte da minha vida.

A todos os professores do MNPEF, polo 11, pelos ensinamentos.

Ao professor Augusto César Silva Almeida, diretor da CCTECA Galileu Galilei, por permitir a realização de experimentos e gravação de vídeo na área externa do planetário.

Às escolas e aos meus alunos, por participarem da aplicação deste produto e me permitirem aprender durante o processo.

A todos os colegas do MNPEF, polo 11, pela convivência e parceria nas aulas do mestrado.

À Sociedade Brasileira de Física e à Universidade Federal de Sergipe, por acreditarem no MNPEF.

## RESUMO

### RODRIGUES, M. C. S. A ABP COMO ESTRATÉGIA DIDÁTICA E A ASTRONOMIA COMO CONTEXTO NO ENSINO DA QUANTIDADE DE MOVIMENTO<sup>(\*)</sup>

Este trabalho apresenta uma estratégia de aprendizagem do conceito quantidade de movimento no contexto da Astronomia, utilizando como metodologia ativa principal a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). Através de cenários próximos aos alunos, a Astronomia foi trazida à discussão como um elemento para suscitar a curiosidade e a necessidade de aprender o conceito de momentum e sua conservação, ressignificando conceitos da Mecânica, como movimento e força. Essa ressignificação foi feita através de fenômenos relacionados aos movimentos do planeta Terra e da Lua, no sistema solar, e sua influência em nosso cotidiano, como fases da Lua, eclipses, fenômeno de marés, estações do ano, microgravidade e outros. A ABP proporcionou o diálogo, a colaboração, a cooperação e estimulou nos estudantes o desenvolvimento do senso crítico. Além de exigir a organização de dados, essa metodologia incentivou a pesquisa para a satisfação das curiosidades levantadas nos debates, como também para a construção de competências necessárias à resolução de problemas apresentados aos estudantes. A sequência didática apresentou às turmas um vídeo como organizador prévio, seguido de dois vídeos tutoriais. Estes orientaram sobre o funcionamento da ABP (etapas, papel de cada participante e a divisão da aplicação em tutoriais) e sobre a construção de um mapa conceitual, ferramenta utilizada pelas equipes para relacionar os conceitos identificados no texto. As equipes também realizaram experimentos guiados por roteiros e vídeos, compartilharam ideias na resolução de cálculos, através do PPC (pense, pareie e compartilhe), e participaram de uma competição com o jogo Você é um astro ingênuo?, elaborado segundo a taxonomia de Bloom. Cada participante foi estimulado a assumir uma postura ativa na construção de significados durante a interpretação dos textos, na realização dos experimentos, resolução de cálculos e competição entre as equipes. O produto final foi aplicado tanto na rede pública quanto privada, por professores diferentes. Diferenças marginais foram encontradas nos resultados gerais de todas as escolas envolvidas, mas o processo aponta para uma evolução nas habilidades e competências almejadas. Através da interação o aluno teve a chance de adquirir autonomia, porque aprendeu a ouvir, investigar, argumentar, estabelecer estratégias e apresentar uma possível solução para o problema.

**Palavras-chave:** Ensino de Física. Quantidade de movimento. Astronomia. ABP.

---

<sup>(\*)</sup> Mestrado Profissional em Ensino de Física – Universidade Federal de Sergipe

## ABSTRACT

### RODRIGUES, M. C. S. A ABP COMO ESTRATÉGIA DIDÁTICA E A ASTRONOMIA COMO CONTEXTO NO ENSINO DA QUANTIDADE DE MOVIMENTO<sup>(\*)</sup>

This work presents a strategy on how to learn the concept of quantity of movement in the context of Astronomy, using as main active methodology the Problem Based Learning (PBL). Through familiar scenarios for the student, Astronomy aroused the curiosity necessary to stimulate the learning about momentum concept and its conservation, giving a new meaning to concepts of mechanics, such as movement and force. This re-signification was made through phenomena related to the Earth and Moon movements, in the solar system, and their influence in our daily life such as Moon phases, eclipses, tidal phenomenon, seasons of the year, microgravity and others. The PBL promoted a proper environment to dialogue, collaboration, cooperation and it stimulated the development of critical thinking in students. In addition to requiring data organization, this methodology encouraged research to satisfy the curiosities raised in the debates, as well as to build the skills needed to solve problems presented to the students. The didactic sequence presented to the classes a video as a previous organizer, followed by two videos tutorials. These were used as instruments to guide how PBL works (steps, role of each participant and the division of the application into tutorials) and how to create conceptual maps, a tool used by the teams to relate the concepts identified in the text. The teams also conducted guided experiments through scripts and videos, they shared ideas during the resolution of didactical physical problems through the TPS (think, pare and share), and participated in a competition with the game Are you a naive star?, elaborated according to the taxonomy of Bloom. Each participant was encouraged to take an active stance in the construction of meanings during the interpretation of the texts, accomplishment of the experiments, the exercises resolution and during the competition in the game. The final product was applied in both the public and private schools by different teachers. Marginal differences were found in the overall results of all schools involved, but the conduction of the practice pointed to an overall evolution in the skills and competences desired. Through the interaction the student had the chance to acquire autonomy, because they have learned to listen, investigate, argue, establish strategies and present a possible solution to the problem.

**Keywords:** Physics teaching. Amount of motion. Astronomy. PBL.

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1 - Conceitos da Astronomia utilizados na aplicação do produto</b> .....	16
<b>Quadro 2 - Características dos dias de solstício e de equinócio definindo as estações do ano</b> .....	21
<b>Quadro 3 - Fases da Lua principais com as respectivas imagens e características</b> .....	23
<b>Quadro 4 - Características dos eclipses solares observados na Figura 08</b> .....	25
<b>Quadro 5 - Exemplos de colisões diretas em que há conservação da quantidade de movimento do sistema</b> .....	33
<b>Quadro 6 - Características da quantidade de movimento, da energia cinética e comportamento dos corpos após a colisão em um sistema isolado</b> .....	34
<b>Quadro 7 - Características das etapas a, b e c (mostradas na Figura 22) do tutorial PBL: Aprendizagem Baseada em Problemas</b> .....	41
<b>Quadro 8 - Etapas da ABP - como participar</b> .....	63
<b>Quadro 9 - Estágios da ABP - como funcionam os tutoriais</b> .....	64
<b>Quadro 10 - Processos cognitivos exigidos pelas questões das avaliações diagnósticas 01 e 02 (o nível cognitivo exigido aumenta do vermelho para o violeta)</b> .....	76
<b>Quadro 11 - Processos cognitivos e conceitos exigidos nas questões desenvolvidas em um mesmo contexto das avaliações diagnósticas 01 e 02</b> .....	77
<b>Quadro 12 - Processos cognitivos e conceitos exigidos nas questões que não têm contextos comuns das avaliações 01 e 02</b> .....	78
<b>Quadro 13 - Número de participantes da avaliação diagnóstica 01</b> .....	78
<b>Quadro 14 - Número de participantes da avaliação diagnóstica 02</b> .....	87

## TABELA

<b>Tabela 1 - Análise global do produto feita pelos alunos</b> .....	72
--	----

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplo de construção de um mapa conceitual .....	10
Figura 2 - Imagem com sequência das etapas da ABP.....	13
Figura 3 - Representação do movimento retrógrado do planeta Marte em relação às estrelas fixas .....	19
Figura 4 - Movimento de translação da Terra e a inclinação do plano do equador em relação à eclíptica.....	20
Figura 5 - Movimento da Lua com rotação sincronizada à sua revolução ao redor da Terra .....	22
Figura 6 - Imagem com as quatro fases que tradicionalmente caracterizam o movimento da Lua .....	23
Figura 7 - A órbita da Lua, a eclíptica e os eclipses .....	24
Figura 8 - Os eclipses solares .....	24
Figura 9 - A órbita da Lua e os eclipses lunares .....	25
Figura 10 - Forças gravitacionais diferenciais ou forças de maré .....	26
Figura 11 - Forças gravitacionais diferenciais no planeta Terra por ação da Lua .....	27
Figura 12 - Imagem das alterações de maré devido ao movimento da Lua ao redor da Terra .....	27
Figura 13 - Influência do Sol nas marés .....	28
Figura 14 - Precessão do eixo da Terra em torno do eixo da eclíptica .....	29
Figura 15 - Fenômeno da nutação durante a precessão do eixo de rotação da Terra ao redor do eixo da eclíptica .....	30
Figura 16 - Pêndulo de Newton: experimento com uma das esferas .....	34
Figura 17 - Categorização atual da Taxonomia de Bloom proposta por Anderson, Krathwohl e Airasian no ano de 2001.....	36
Figura 18 - Localização geográfica das escolas em Aracaju.....	37
Figura 19 - Imagem e localização do Colégio de Orientação e Estudos Integrados (COESI) .....	38
Figura 20 - Imagem e localização do Colégio Módulo .....	38
Figura 21 - Imagem e localização do Colégio Estadual Leandro Maciel .....	38
Figura 22 - Etapas do vídeo tutorial PBL: Aprendizagem Baseada em Problemas.....	40
Figura 23 - Etapas do vídeo tutorial Mapas Conceituais e o CmapTools .....	42
Figura 24 - Imagem do texto da ABP 01 .....	44
Figura 25 - Imagem dos experimentos da ABP 02 .....	46
Figura 26 - Imagem de um trecho do vídeo do experimento na CCTECA .....	47
Figura 27 - Imagem dos roteiros de experimentos com: bolas de vôlei, tênis e pêndulo de Newton .....	47
Figura 28 - Imagem do vídeo que orienta o terceiro experimento da ABP 02.....	47
Figura 29 - Tabuleiro A Terra observa Marte.....	52
Figura 30 - Tabuleiro A ISS e lixo espacial em rota de colisão .....	52
Figura 31 - Cartas do tabuleiro A Terra observa Marte... ..	53
Figura 32 - Cartas do tabuleiro A ISS e lixo espacial em rota de colisão.....	54
Figura 33 - Peças do jogo Você é um astro ingênuo? .....	54
Figura 34 - Etapas obrigatórias e optativas da sequência didática.....	60
Figura 35 - Fotografias da exibição do vídeo Formação do Sistema Solar e da Terra ....	62
Figura 36 - Fotografias da apresentação do tutorial PBL: Aprendizagem Baseada em Problemas.....	63
Figura 37 - Fotografia da apresentação do vídeo – tutorial Mapas Conceituais e o CmapTools .....	65

<b>Figura 38 - Fotografia da aplicação da avaliação diagnóstica 01 no Colégio Estadual Leandro Maciel .....</b>	<b>65</b>
<b>Figura 39 - Fotografia da leitura do texto da primeira ABP no COESI .....</b>	<b>66</b>
<b>Figura 40 - Fotografia do 1º tutorial da ABP 01 no colégio Módulo .....</b>	<b>66</b>
<b>Figura 41 - Fotografia do debate no 2º tutorial – resultados da pesquisa individual .....</b>	<b>67</b>
<b>Figura 42 - Fotografia do momento de orientação na aula de experimentação .....</b>	<b>69</b>
<b>Figura 43 - Fotografia da participação das equipes do Módulo no jogo Você é um astro ingênuo? (1) .....</b>	<b>71</b>
<b>Figura 44 - Fotografia da participação das equipes do Leandro Maciel no jogo Você é um astro ingênuo? (2) .....</b>	<b>71</b>
<b>Figura 45 - Critérios para indicar a faixa de acerto das questões 4, 6 e 7(av 01) .....</b>	<b>82</b>
<b>Figura 46 - Critérios para indicar a faixa de acerto da questão 5 (av 01) .....</b>	<b>83</b>
<b>Figura 47 - Critérios de avaliação utilizados para indicar a faixa de acerto das questões 4 e 5 .....</b>	<b>90</b>
<b>Figura 48 - Critérios de avaliação para indicar a faixa de acerto das questões 6 e 7 .....</b>	<b>93</b>

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Velocidade em função do tempo para a queda das bolas de volei e de tênis .	48
Gráfico 2 - Velocidade em função do tempo para a subida das bolas após o primeiro impacto com o chão .....	49
Gráfico 3 - Análise global da aplicação do produto pelos alunos.....	72
Gráfico 4 - Avaliação das etapas de aplicação do produto na rede particular .....	73
Gráfico 5 - Avaliação das etapas de aplicação do produto na rede pública.....	74
Gráfico 6 - Análise da questão 1 na rede particular (av 01) – escolas X e Y.....	79
Gráfico 7 - Análise da questão 1 na rede pública (av 01) – escola Z.....	79
Gráfico 8 - Análise da questão 2 na rede particular (av 01) – escolas X e Y.....	80
Gráfico 9 - Análise da questão 2 na rede pública (av 01) – escola Z.....	80
Gráfico 10 - Análise da questão 3 na rede particular (av 01) – escolas X e Y.....	81
Gráfico 11 - Análise da questão 3 na rede pública (av 01) – escola Z.....	81
Gráfico 12 - Análise da questão 4 na rede particular (av 01) – escolas X e Y.....	82
Gráfico 13 - Análise da questão 4 na rede pública (av 01) – escola Z.....	83
Gráfico 14 - Análise da questão 5 na rede particular (av 01) – escolas X e Y.....	84
Gráfico 15 - Análise da questão 5 na rede pública (av 01) – escola Z.....	84
Gráfico 16 - Análise da questão 6 na rede particular (av 01) – escolas X e Y.....	85
Gráfico 17 - Análise da questão 6 na rede pública (av 01) – escola Z.....	85
Gráfico 18 - Análise da questão 7 na rede particular (av 01) – escolas X e Y.....	86
Gráfico 19 - Análise da questão 7 na rede pública (av 01) – escola Z.....	86
Gráfico 20 - Análise da questão 1 na rede particular (av 02) – escolas X e Y.....	88
Gráfico 21 - Análise da questão 1 na rede pública (av 02) – escola Z.....	88
Gráfico 22 - Análise da questão 2 na rede particular (av 02) – escolas X e Y.....	89
Gráfico 23 - Análise da questão 2 na rede pública (av 02) – escola Z.....	89
Gráfico 24 - Análise da questão 3 na rede particular (av 02) – escolas X e Y.....	90
Gráfico 25 - Análise da questão 3 na rede pública (av 02) – escola Z.....	90
Gráfico 26 - Análise da questão 4 na rede particular (av 02) – escolas X e Y.....	91
Gráfico 27 - Análise da questão 4 na rede pública (av 02) – escola Z.....	91
Gráfico 28 - Análise da questão 5 na rede particular (av 02) – escolas X e Y.....	92
Gráfico 29 - Análise da questão 5 na rede pública (av 02) – escola Z.....	92
Gráfico 30 - Análise da questão 6 na rede particular (av 02) – escolas X e Y.....	93
Gráfico 31 - Análise da questão 6 na rede pública (av 02) – escola Z.....	94
Gráfico 32 - Análise da questão 7 na rede particular (av 02) – escolas X e Y.....	95
Gráfico 33 - Análise da questão 7 na rede pública (av 02) – escola Z.....	95
Gráfico 34 - Velocidade em função do tempo para a queda simultânea das bolas de volei e de tênis, com a de tênis sobre a de volei .....	99
Gráfico 35 - Momento linear em função do tempo para a queda simultânea das bolas de volei e de tênis, com a de tênis sobre a de volei .....	100

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 O Ensino de Física e a Aprendizagem Significativa.....</b>	<b>4</b>
2.1.1 A escola e o ensino de física.....	4
2.1.2 A aprendizagem: quando ela se torna significativa?.....	5
2.1.3 Freire e Meirieu: o diálogo e o trabalho colaborativo.....	6
2.1.4 Os diferentes estilos de aprendizagem.....	8
2.1.5 Mapas conceituais.....	9
<b>2.2 Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) – Problem Based Learning (PBL).....</b>	<b>10</b>
2.2.1 A história da ABP.....	10
2.2.2 Características da ABP.....	11
2.2.3 Etapas da ABP.....	13
<b>2.3 A Astronomia.....</b>	<b>14</b>
2.3.1 O ensino de física e astronomia.....	14
2.3.2 Conceitos que compõem o contexto da astronomia .....	15
2.3.2.1 astronomia.....	16
2.3.2.2 telescópio.....	17
2.3.2.3 planetário.....	18
2.3.2.4 estrelas e planetas.....	18
2.3.2.5 movimento de translação da Terra.....	18
2.3.2.6 fases da Lua.....	21
2.3.2.7 eclipses.....	24
2.3.2.8 forças gravitacionais diferenciais.....	25
2.3.2.9 pressão atmosférica.....	30
<b>2.4 Conceito Físico: Quantidade de Movimento.....</b>	<b>30</b>
2.4.1 Descartes e a quantidade de movimento.....	30
2.4.2 Conceito atual da quantidade de movimento e o sistema isolado.....	32
<b>2.5 A Taxonomia de Bloom.....</b>	<b>35</b>
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>37</b>
3.1 Ambiente de Aplicação.....	37
3.2 População e Amostra.....	39
3.3 Subprodutos.....	39
3.3.1 Vídeotutoriais.....	40
3.3.2 Textos.....	43
3.3.3 Experimentos.....	46
3.3.4 Atividade - PPC.....	51
3.3.5 Jogo você é um astro ingênuo?.....	51
3.3.6 Sequência didática.....	55
<b>4 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO PRODUTO.....</b>	<b>59</b>
4.1 Etapas Obrigatórias e Optativas.....	59
4.2 Descrição da Aplicação e Análise Particular .....	61
4.2.1 Formação das equipes.....	61
4.2.2 Primeira aula.....	62
4.2.3 Segunda aula.....	65
4.2.4 Terceira aula.....	67
4.2.5 Quarta aula.....	68
4.2.6 Quinta aula.....	68

4.2.7 Sexta aula.....	69
4.2.8 Sétima aula.....	70
4.2.9 Oitava aula.....	70
4.3 Análise Global da Aplicação do Produto Pelos Alunos .....	72
4.4 Análise das Etapas do Produto Pelos Alunos .....	73
4.5 Análise das Ferramentas de Avaliação na Aplicação do Produto.....	75
4.5.1 Avaliações diagnósticas 01 e 02.....	75
4.5.1.1 Avaliação diagnóstica 01.....	78
4.5.1.2 Avaliação diagnóstica 02.....	87
4.5.1.3 Comparação entre os resultados das avaliações diagnósticas 01 e 02...	95
4.5.2 Fichas de registro – seções 1 e 2.....	96
4.5.3 Mapas conceituais – Textos 1 e 2.....	97
4.5.4 Auto avaliação - avaliação formativa.....	98
4.5.5 Jogo Você é um astro ingênuo?.....	98
5 CONCLUSÃO – PERSPECTIVAS FUTURAS.....	101
REFERÊNCIAS.....	104
APÊNDICES.....	110
APÊNDICE A – A Terra observa Marte (I).....	111
APÊNDICE B – A Terra observa Marte (II).....	113
APÊNDICE C – A ISS e lixo espacial em rota de colisão.....	114
APÊNDICE D – Experimentos com bolas de vôlei e de tênis.....	115
APÊNDICE E – Experimento com o pêndulo de Newton.....	116
APÊNDICE F – Atividade de sala – aula de consolidação.....	117
APÊNDICE G – Jogo você é um astro ingênuo?.....	118
APÊNDICE H – Cronograma de aulas para a sequência didática.....	127
APÊNDICE I – Fichas de registro – Seção 1 e Seção 2.....	129
APÊNDICE J – Ficha de auto avaliação.....	130
APÊNDICE K – Avaliação diagnóstica 01.....	131
APÊNDICE L – Avaliação diagnóstica 02.....	135
APÊNDICE M – Fichas de análise das questões das avaliações.....	139
APÊNDICE N – Respostas da atividade de consolidação e das avaliações.....	140
APÊNDICE O – Exemplos de fichas de registro 1 e 2 das equipes para os textos da ABP 01 e ABP 02 .....	142
APÊNDICE P – Exemplos de mapas conceituais das equipes para os textos da ABP 01 e da ABP 02.....	146
APÊNDICE Q – Exemplo de autoavaliação das equipes.....	149
APÊNDICE R – Nível de cognição das questões do jogo você é um astro ingênuo?(1).....	150
APÊNDICE S – Nível de cognição das questões do jogo você é um astro ingênuo?(2).....	157
APÊNDICE T – Questionário de avaliação de satisfação dos alunos com relação ao produto diagnósticas diagnósticas.....	161
ANEXO A - Texto auxiliar da ABP 01 movimentos da Terra.....	162
ANEXO B – Produto educacional.....	166

## 1 INTRODUÇÃO

A Física é uma ciência cujo objetivo é explicar desde a natureza das partículas subatômicas até a natureza dos fenômenos no universo, através da observação, experimentação e de leis matemáticas. Ela tem contribuído com o desenvolvimento da tecnologia utilizada em nosso cotidiano, e essa tecnologia nos permite ter acesso rápido às informações, entender melhor os eventos ao redor do nosso planeta e suas consequências à vida terrestre.

Como professora de Física do ensino médio e fundamental da rede particular, tenho testemunhado o investimento de algumas escolas em portais educacionais que oferecem ferramentas de aprendizagem ricas em textos, vídeos, infográficos, bancos de questões, visitas virtuais a museus e outros. Além disso, laboratórios de Ciências, informática e robótica, ambientes virtuais de aprendizagem, participação em olimpíadas do conhecimento, projetos e feiras de ciências são algumas das iniciativas desenvolvidas com o objetivo de potencializar a aprendizagem.

No entanto, há uma série de fatores de ordem não material que podem desestimular os alunos em seu processo de aprendizagem. Em minha experiência tenho observado um número considerável de alunos com uma imagem prévia negativa da Física, alimentada por influência da mídia, de amigos ou mesmo da família. Eles também têm dificuldade em reconhecer conceitos, realizar operações matemáticas básicas e estabelecer as conexões necessárias à análise da situação. Tal fato impede a organização de dados, pelo aluno, para a construção e desenvolvimento de estratégias na busca da solução de problemas. Outro fator é que o professor precisa atender a turmas com um número elevado de estudantes, e o tempo de aula é insuficiente para o atendimento individual, o que dificulta o estabelecimento de conexões, acentuando a crença do aluno na própria incapacidade de aprendizagem independente.

A tecnologia pode apresentar a escola como instituição auto suficiente em recursos materiais, mas essa escola também busca, junto ao professor, propostas pedagógicas conectadas à realidade do aprendiz, para que o mesmo não atue como indivíduo passivo no processo de aprendizagem. Segundo Freire (2017, p.109), é necessário o diálogo:

[...] ele é o encontro em que se solidarizam o refletir e o agir de seus sujeitos endereçados ao mundo a ser transformado e humanizado, não pode reduzir-se a um ato de depositar ideias de um sujeito no outro, nem tampouco tornar-se simples troca de ideias a serem consumidas pelos permutantes. (FREIRE, 2017, p. 109)

Em um diálogo precisamos considerar que o ser humano pensa, sente e faz. Em sala de

aula é necessária a interação e o sentimento entre aprendiz, professor, matéria de ensino e contexto. Se um aluno aprende de um jeito próprio, a interação com os colegas desenvolve nele a capacidade de consolidar o saber e entender o ponto de vista do outro, acelerando o seu desenvolvimento cognitivo e interpretação de mundo. (MEIRIEU, 2002)

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), entender o mundo de modo organizado e racional só é possível quando adquiridas as competências que vêm com o conhecimento das Ciências da Natureza, e que dão ao aprendiz a capacidade de representar/comunicar, investigar/compreender e contextualizar socialmente. (BRASIL, 2006)

Para Moreira, Caballero e Rodriguez (1997) é necessário que o ensino de Física, assim como as demais componentes curriculares do núcleo de Ciências da Natureza, esteja relacionado com a investigação. Se o estudante está habilitado para a pesquisa, ele é capaz de implementar estratégias na procura de respostas, estabelecer conexões entre os conhecimentos prévios e os novos conceitos, desenvolver uma atitude reflexiva e autocrítica diante dos erros que inevitavelmente ocorrerão. Quando uma informação consegue se relacionar à estrutura cognitiva do aprendiz, de forma não-literal e não-arbitrária, o novo conhecimento adquire significados e o conhecimento prévio, segundo Ausubel, adquire mais estabilidade, caracterizando uma aprendizagem significativa. (MOREIRA; CABALLERO, RODRIGUEZ, 1997)

Bachelard (1996) também fala da importância da ruptura, em que há o constante e árduo trabalho de desconstrução e reconstrução de ideias no desenvolvimento da aprendizagem crítica, questionadora, não apenas significativa. Esse processo depende da disposição do aluno em querer aprender e, nesse sentido, um caminho é o trabalho em grupos, utilizando situações problema com temas abrangentes e atuais.

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), ou Problem Based Learning (PBL), é uma proposta de trabalho para o desenvolvimento da metacognição do aluno, ou seja, o estudante aprende a aprender. Ela se utiliza de temas atuais para motivar o aprendiz a adotar um comportamento interessado e participativo, em um ambiente colaborativo e que permite a cooperação, através do respeito e compartilhamento de ideias. (RAINE; SYMONS, 2005)

O fascínio que temos sobre a origem e estrutura do Universo também motiva o aprendiz, logo é coerente introduzir o estudo da Mecânica no contexto da Astronomia, associando o tema estruturador Universo, Terra e Vida ao tema Movimentos: Variações e Conservações, citados pelos Parâmetros Curriculares Nacionais. As novas descobertas espaciais, o uso dos telescópios, a descrição dos movimentos dos planetas, dos satélites e os efeitos das interações gravitacionais sempre causaram interesse ao indivíduo. E com esse interesse fica mais fácil entender

fenômenos do nosso cotidiano que envolvem movimentos como o dia e a noite, as fases da Lua, os eclipses e o fenômeno das marés. (BRASIL, 2006)

Tradicionalmente o estudo da mecânica inicia-se com conteúdos de Cinemática, enfatizando-se os aspectos matemáticos, como gráficos, vetores e a caracterização de movimentos, sem que estes surjam como uma necessidade dos alunos de explicar fenômenos observados. Por outro lado, por meio da Astronomia, explicar os fenômenos observados no céu exige do aluno o entendimento do conceito de quantidade de movimento e de sua conservação. Isto permite que o aluno explore o caráter vetorial dessa grandeza, desenvolvendo o conhecimento em uma atitude investigativa.

A proposta desse trabalho é desenvolver uma sequência didática para a aprendizagem do conceito de Momento Linear em contextos da Astronomia, como no estudo dos movimentos dos corpos celestes e de suas interações, associando-o, sempre que possível, à contextualização histórica e às tecnologias atuais. Através da metodologia da ABP, a ideia principal é abordar problemas baseados em situações do mundo real, abrangentes e atuais, envolvendo a Astronomia.

Para estimular, em conjunto com os alunos, um canal de comunicação, uma estratégia de construção de vínculos e ferramentas diversificadas compõem a aplicação desse produto: vídeos, tutoriais, texto com imagens em quadrinhos, construção de mapas conceituais, realização de métodos investigativos, debates e participação no jogo Você é um astro ingênuo?. O objetivo final é compartilhar conhecimentos, construir novos conceitos e propor soluções para situações problemas.

## **2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

### **2.1 O Ensino de Física e a Aprendizagem Significativa**

Esta subseção apresenta o significado e a importância da aprendizagem significativa, a partir das características e do papel da escola, do papel do professor e das necessidades do estudante de hoje.

#### **2.1.1 A escola e o ensino de Física**

Para que a escola desenvolva no aluno a capacidade de entender o mundo à sua volta, é necessário que ele seja estimulado a desenvolver as suas habilidades e aprenda a trabalhar em conjunto, tornando-se parte de uma sociedade como um cidadão atuante. Segundo os PCNs (BRASIL, 2002), é preciso que o aprendiz saiba se informar, se comunicar, argumentar e participar socialmente, enfrentando problemas de diferentes naturezas, criticando ou elaborando novas propostas e, principalmente, capacitando-se na aprendizagem constante.

O ensino de Física é caracterizado por um conjunto de informações e ao longo de seu desenvolvimento as etapas precisam ser constituídas de significados para o aluno. Se esse processo for burocratizado, no sentido de ser pautado em uma ordem “lógica” na distribuição de conteúdo para o aprendizado disciplinado e esforçado, corre-se o risco de promover no aluno uma aprendizagem não significativa, mecânica.

A Física é apresentada ao aluno que ingressa no 9º do ensino fundamental e no ensino médio com o estudo da Mecânica. Nesta, a Cinemática caracteriza os movimentos sem apresentar as forças envolvidas e tem um perfil matemático, exigindo o conhecimento de funções (constante, primeiro e segundo graus e inversa) e gráficos. Mas esses conceitos por vezes são apreendidos pelo aluno, na Matemática do final do ensino fundamental, de maneira que não se conectam com a realidade dele, e assim fica difícil aplicar em outras situações (PIETROCOLA, 2002). Se o aluno não tem o conhecimento anterior necessário, sente dificuldade em ter uma visão panorâmica dos fenômenos da natureza, daí a importância do contexto na aprendizagem de um conceito.

É comum que o professor de Física, preocupado em cumprir o programa dentro do prazo estipulado, não tenha a chance de conhecer os interesses do aluno. Mesmo com o acesso às tecnologias e à considerável quantidade de informações, ou com o elevado número de alunos em sala, o objetivo é que os contextos apresentados façam parte da realidade do aprendiz,

utilizando-se de metodologias que permitam a interação entre os participantes e a socialização do saber. Para haver aprendizagem, a mesma deve estar centrada no aprendiz.

### **2.1.2 A aprendizagem: quando ela se torna significativa?**

Uma informação adquire significado para o aprendiz quando ela faz sentido, logo é necessário o conhecimento prévio e um contexto. A aprendizagem requer predisposição para aprender, materiais potencialmente significativos e conhecimento prévio relevante. Um momento de ensino aprendizagem envolve aprendiz, professor, o conhecimento dentro de um contexto e a sua avaliação, além de experiências cognitivas, afetivas e psicomotoras, conduzindo o aprendiz à realização pessoal.

Para Ausubel (*apud* MOREIRA; CABALLERO, RODRIGUEZ, 1997) conceitos e proposições relevantes já conhecidos pelo aprendiz constituem os subsunçores, que funcionam como âncoras na interação com a nova informação ou material potencialmente significativo. O resultado dessa interação é a construção de novos conceitos e a modificação do conhecimento prévio, que se torna mais elaborado, diferenciado e estável. Esse resultado é o que chamamos de aprendizagem significativa.

Ausubel diferencia a aprendizagem significativa da aprendizagem mecânica ou memorística da seguinte forma: enquanto a primeira permite a transformação do significado lógico apreendido em significado psicológico, a segunda acontece com a absorção do material de forma literal e não substantiva, ou seja, não há conceitos prévios relevantes que se relacionem com a nova informação.

Quando um conceito é potencialmente significativo, relaciona-se de maneira não-arbitrária com o aprendiz, e significa que há pontos de ancoragem ou subsunçores adequadamente claros, inclusivos e disponíveis na estrutura cognitiva desse aprendiz. Se a absorção da nova informação é realizada de forma substantiva, significa que o aprendiz é capaz de entender e expressar o novo conceito de diferentes maneiras, pois o que importa não são as palavras usadas, mas as idéias. (*apud* MOREIRA; CABALLERO, RODRIGUEZ, 1997)

Como estratégia para trabalhar com a estrutura cognitiva do aluno e facilitar a aprendizagem significativa, Ausubel (MOREIRA, 2012) propôs o uso de organizadores prévios. Esses podem ser utilizados para que neles o aluno identifique os subsunçores necessários à aprendizagem significativa de um novo conceito. Quando o aprendiz não tem conceitos, idéias ou proposições relevantes à aprendizagem do novo material, mas os tem em outras áreas ou não os encontra com facilidade em sua estrutura cognitiva, o organizador prévio

pode ajudar a suprir essa falta com imagens, vídeos e textos, servindo de ponto de ancoragem inicial.

Neste produto utilizamos vídeos, vídeo-tutoriais, imagens, textos e roteiros experimentais como organizadores prévios, estratégias utilizadas para que todos os alunos possam partir de uma mesma base geral de conhecimento. Os vídeos, tutoriais e textos do produto aqui apresentado são ricos em imagens e animações que, em parte, foram criadas para, junto ao texto, motivar o aluno.

Segundo Bachelard (1996) para o aluno estar motivado e querer aprender ele necessita ter um espírito científico imbuído pela

Alma pueril ou mundana, animada pela curiosidade ingênua, cheia de assombro diante do mínimo fenômeno instrumentado, brincando com a física para se distrair e conseguir um pretexto para uma atitude séria, acolhendo as ocasiões do colecionador, passiva até na felicidade de pensar. (BACHELARD, 1996, p. 12)

A curiosidade pode gerar uma opinião, e esta é por vezes confundida com o saber, mas é impossível ter uma opinião sobre questões que não somos capazes de formular, e de acordo com Bachelard (1996), se não há questionamento, não há construção do conhecimento científico. É necessário a reformulação de conhecimento para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa crítica, estabelecendo a ruptura com o pensamento anterior, do contínuo desconstruir e construir de ideias.

### **2.1.3 Freire e Meirieu: do diálogo ao trabalho colaborativo**

Dentro do contexto de questionamento, encontra-se o ato de o professor também se questionar. Para Freire (2015) é fundamental que na prática em sala de aula o educador tenha uma postura crítica, mas que também perceba o educando como sujeito da produção do saber e que ensinar não é transferir conhecimento, mas criar possibilidades para a sua construção. "Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender." (FREIRE, 2015, p. 25) A reflexão crítica sobre a prática é necessária para ratificar e ampliar os saberes, evitando que a teoria e a prática percam o seu sentido.

O educador deve instigar no aluno, curiosidade, inquietude, humildade e persistência, além de ensiná-lo a se aproximar do objeto cognoscível com rigorosidade metódica, estabelecendo as condições necessárias à aprendizagem crítica. Nesse processo o educando interage com o educador, e juntos desenvolvem a prática da pesquisa com o compromisso necessário, com respeito ao saber do educando e escutando um ao outro, enfim, estabelecendo

um diálogo. Durante a interação é estabelecido um vínculo afetivo que estimula a busca pelo entendimento de novos conceitos. O estudante se vê como parte da história, permitindo que a pesquisa transforme a sua curiosidade ingênua em uma curiosidade baseada no exercício crítico do aprender. (FREIRE, 2015)

O vínculo afetivo entre os pares exige do professor uma solicitude que surge na preocupação pelo futuro do aprendiz, na vontade de despertar no mesmo o estímulo necessário para decidir o seu caminho. Para isso apresenta tarefas que exigem desse aprendiz um esforço curioso, que o façam sentir-se capaz de realizar-se. Para Meirieu (2006, p. 75), “Enfrentar-se na resolução comum de um problema aceitando opiniões contraditórias e procurando não recusar nenhuma delas é uma outra maneira de alçar mais um degrau na consideração do coletivo.”

Cada aluno aprende de uma forma particular, dispondo de recursos próprios nos quais pode se apoiar e se superar. Mas trabalhar lado a lado (de forma colaborativa) é sempre melhor que face a face (de forma passiva em relação ao professor, como receptor de informações), para que todos consigam atingir os mesmos objetivos. A interação entre os colegas desenvolve em cada um a capacidade de apropriar-se do próprio saber e incorporar progressivamente o ponto de vista do outro, acelerando o seu desenvolvimento. (MEIRIEU, 2002)

Não se deve esquecer que a mídia tem uma forte influência no comportamento do estudante e que este se tornou, segundo Meirieu (2006), um consumidor de imagens, logo precisa desenvolver a análise questionadora diante do que observa, ou se torna incapaz de desenvolver uma aprendizagem crítica. “O aluno reproduz na sala de aula a atitude que tem diante da televisão: ele fica mudando de canal.” (MEIRIEU, 2006, p. 60), situação em perfeita analogia com o que acontece hoje com o celular. É preciso oferecer ao aprendiz caminhos para a aquisição de um espírito investigador, científico, e para isso acontecer é imprescindível um espaço que ofereça um ambiente em que todos se respeitem, que esteja livre do individualismo, do narcisismo e da mediocridade.

Os princípios básicos, apresentados por Meirieu (2006) para o desenvolvimento do conhecimento em sala de aula, são: a elaboração detalhada do trabalho; a preparação do ambiente (espaço e tempo); a apresentação clara das instruções e a definição das regras para a escolha do papel de cada participante do processo coletivo de aprendizagem. Dessa forma, a escola permite que o aluno participe da criação de grupos em que seus membros se ouvem e se manifestam de maneira respeitável, percebendo o saber do outro e comparando-o ao seu.

Durante a elaboração detalhada do trabalho, Meirieu (1998) afirma que a aprendizagem exige uma ruptura com antigos conceitos, requer uma intervenção externa com a apresentação

de situações específicas, obrigando-o a transformar o seu pensamento. Ele diz que é necessário “Fazer do saber um enigma...” (MEIRIEU, 1998, p. 101), criar uma situação-problema ao mesmo tempo acessível e difícil, na qual precisamos identificar o que já faz parte do conhecimento do aprendiz, mas também mostrar que esse conhecimento prévio é insuficiente, e que pede conhecimentos mais amplos para seu esclarecimento.

#### **2.1.4 Os diferentes estilos de aprendizagem**

Uma aprendizagem ocorre quando o aluno pode aprender, quer aprender e sabe como aprender. Para isso dependemos das características do ambiente, dos estímulos recebidos e do acompanhamento dos orientadores. A aprendizagem pode ser gratificante ou entediante, estados de espíritos que dependem em grande parte da atitude apresentada pelo aprendiz. Isso nos faz entender que a troca de significados e sentimentos acontece mais facilmente quando se identifica o atual perfil da turma, isto é, quando identificamos o(s) seu(s) estilo(s) de aprendizagem. (MUNHOZ, 2015)

Segundo Felder e Soloman *apud* Munhoz (2015), há a possibilidade de se identificar estilos de aprendizagens, apresentados em duplas, como por exemplo: ativos/reflexivos; racionais/intuitivos; visuais/verbais; sequenciais/globais.

- Os alunos ativos gostam de trabalhar em grupos, discutem e aplicam conceitos explicando-os para outros, enquanto os reflexivos preferem trabalhar individualmente, precisam de tempo sozinhos para assimilar as informações.
- Os racionais são práticos, detalhistas, bons de memória e gostam de atividades laboratoriais. Por sua vez, os intuitivos discutem as possibilidades, trabalham facilmente com abstrações e fórmulas matemáticas, são rápidos e inovadores.
- Os visuais lembram mais de imagens, filmes e demonstrações, enquanto os verbais lembram mais de explicações orais ou escritas.
- Os sequenciais lidam melhor com caminhos lógicos e lineares, ao passo que os globais compreendem os conceitos por insights, aleatoriamente.

Não existe uma fórmula única para que aprendizagem aconteça, de forma universal. Entendemos que é necessário uma estratégia com ferramentas diversificadas, ricas em detalhes que chamem a atenção de alunos com o maior número de estilos de aprendizagem possível. Cada docente precisa decidir por usar estratégias didáticas que o ajudem a comunicar-se com

os alunos de forma a aprenderem da melhor maneira, diversificando ferramentas de aprendizagem, atividades e avaliações.

### **2.1.5 O mapa conceitual como ferramenta de avaliação da aprendizagem significativa**

Os mapas conceituais são utilizados como ferramentas que estabelecem relações significativas entre conceitos. A partir de conceitos mais inclusivos, até os conceitos mais específicos, que se relacionam através de conexões explicativas, os mapas oferecem perspectivas de análise dos possíveis trajetos de ligação, construídos entre os conceitos prévios do aprendiz e os novos conceitos, na formação de proposições. Segundo Novak,

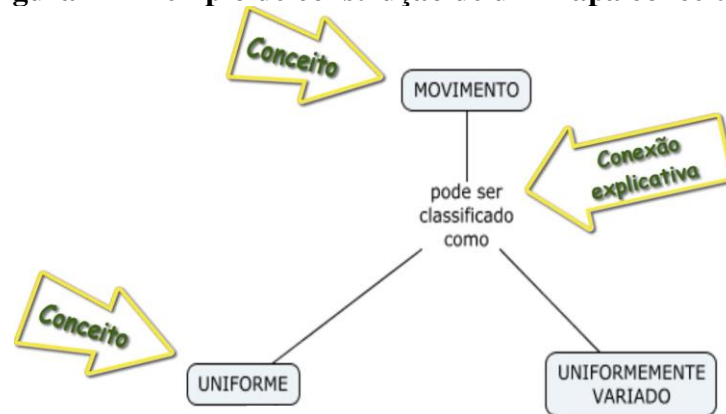
Os mapas conceituais têm por objetivo representar relações significativas entre conceitos na forma de proposições. Uma proposição consiste em dois ou mais termos conceituais ligados de modo a formar uma unidade semântica. Na sua forma mais simples, um mapa de conceitos consta apenas de dois conceitos e uma palavra de ligação de modo a formar uma proposição [...] (NOVAK, 1984, p. 31)

De acordo com Moreira (2012) um mapa conceitual pode ser utilizado como ferramenta para analisar as relações significativas, construídas pelo aluno na assimilação de novos conceitos, através dos processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. A partir do momento que o aluno obtém mais detalhes de um conceito, observando diferenças em relação ao seu significado anterior, mais fácil fica a sua realocação na estrutura cognitiva. Se o conceito se torna mais estável a aprendizagem se torna mais significativa.

Não há um mapa correto ou errado, mas ele dá ao professor a noção dos significados preexistentes na estrutura cognitiva do aluno, de como a sua vivência interfere nas ressignificações e na construção de novos significados.

Eles podem ser construídos a partir de um conceito mais amplo ou inclusivo, que também pode ser o mais importante, na parte superior, para conceitos mais específicos, que ficam na base do mesmo (Figura 01). A orientação é feita a partir de setas, que organizam o sentido da proposição e ligam dois conceitos através de uma conexão explicativa. (MOREIRA, 2012)

**Figura 1 - Exemplo de construção de um mapa conceitual**



Fonte: Autoria própria.

## 2.2 Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) – Problem Based Learning (PBL)

Esta subseção apresenta a história, as características e as etapas da ABP.

### 2.2.1 A história da ABP

A Aprendizagem Baseada em Problemas surgiu como uma ferramenta inovadora, apresentando uma abordagem metodológica de ensino e aprendizagem que ressalta a interação e a investigação. A Universidade McMaster em Ontário, Canadá, foi a primeira a incorporar a ABP em seu currículo, em escolas médicas de pós-graduação, nas décadas de 1960 e 1970, com a intenção de que os profissionais da área de saúde tivessem acesso a uma formação inovadora, permanente e continuada após a graduação. Havia também a necessidade de aliar a teoria à prática nos trabalhos clínicos, durante a graduação. Esse método foi inspirado no modelo de ensino aplicado na escola de Direito de Harvard, na década de 1920, e no de medicina da Universidade Case Western Reserve nos Estados Unidos, por volta de 1950. (RIBEIRO, 2010)

Segundo Raine e Symons,

A ABP (Aprendizagem Baseada em Problemas) é um método de ensino centrado no estudante em que os alunos aprendem a investigar problemas do mundo real e, trabalhando em grupos, buscam as ferramentas necessárias para resolvê-los. (RAINE; SYMONS, 2005, p. 3)

No Brasil, a Universidade Estadual de Londrina foi a pioneira na implantação do PBL como método de ensino em 1997. Com o desenvolvimento das grandes redes de comunicação, a Aprendizagem Baseada em Problemas deixou de ser um método exclusivo da classe médica ou do ensino superior e, desde então, é “[...] considerada uma nova forma de ensinar e aprender

que pode se contrapor aos métodos tradicionais de ensino e aprendizagem.” (MUNHOZ, 2015, p. 123)

Atualmente, inúmeros trabalhos de pesquisa em ambientes colaborativos são realizados com ABP, que encontra na Pedagogia Ativa de John Dewey a inspiração para a aprendizagem significativa a partir de situações problema reais. Dewey acreditava que a cognição de um aluno era estimulada a partir de situações reais de seu cotidiano, mobilizando a prática da investigação, análise crítica e resolução criativa dos problemas. (SOUZA; DOURADO, 2015)

Para Raine e Symons (2005), ABP tem passado por adaptações à medida que é aplicada, mas também vem sendo utilizada em uma série de abordagens: Aprendizagens Baseadas em Projetos, Aprendizagem Baseada em Contextos, Aprendizagem Baseada em Casos e Aprendizagem Baseada na Investigação. As situações provocadoras iniciais vão desde cenários de problemas à perguntas gerais de investigação e casos. Mas é importante considerar que, segundo Raine e Symons (2005, p.4), a “[...] ABP, assim como qualquer pedagogia, não funciona por imitação. Tem que ser adaptada, geralmente por tentativa e erro, às circunstâncias locais.”

Além da área de saúde, a ABP foi incorporada (e adaptada) por outras áreas do conhecimento: as engenharias, a matemática, a física, a biologia, a química, o direito, a psicologia e a geografia, entre outros. A ABP também foi incorporada a diferentes níveis de ensino, desde a educação básica até o nível superior e a pós-graduação (SOUZA; DOURADO, 2015). Como exemplo essa metodologia foi utilizada em Ciências, com o tema Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino de Ciências: um estudo sobre sua aplicabilidade na Educação de Jovens e Adultos (IZAIAS, 2016) e, em Física, com o tema Desenvolvimento do conhecimento físico com a Aprendizagem Baseada em Problemas: análise das interações discentes. (SOARES, 2017)

### **2.2.2 Características principais da ABP**

Na participação de uma ABP os estudantes têm como objetivo solucionar os problemas de forma ativa, enquanto o professor orienta, mantém os alunos envolvidos no processo, garantindo desafios que incentivem a construção de significados na aprendizagem de conceitos.

Para que haja qualquer interação entre os participantes do processo de construção do conhecimento na Aprendizagem Baseada em Problemas é necessário considerar alguns pontos:

- A criação de um ambiente colaborativo e encorajador;
- O estímulo à participação ativa do estudante;

- A importância das relações aluno-aluno e aluno-tutor ;
- O desenvolvimento de estratégias de ensino a partir do conhecimento prévio do aprendiz;
- O papel do tutor como orientador e mantenedor do equilíbrio *desafio x solução* do problema apresentado;
- A situação problema apresentada deve fazer sentido para o aluno;
- A presença da relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

O problema pode ter uma ou mais questões, contanto que elas estejam alinhadas ao tema proposto, e para elaborar o problema o professor deve considerar os conhecimentos prévios do aluno. Munhoz (2015) afirma que na apresentação da situação problema a definição do cenário é importante, porque escolher um bom contexto programático (objeto do texto chamado gatilho) pode garantir o sucesso da investigação através da aprendizagem do tema investigado. O título deve chamar a atenção do aluno (objeto chamado gancho), para que o mesmo identifique o tema do objeto de estudo. O cenário pode ser apresentado através de um pequeno vídeo, imagens, texto jornalístico, diálogos impressos e outros.

Problemas abertos facilitam a condução ao afastamento de respostas imediatas, incentivando o aluno a descentralizar o seu pensamento e a refletir sobre suas atividades. Segundo Sigel e McGillicuddy-Delisi *apud* Sousa e Alves (2017), assim o aluno adquire um controle mais efetivo da própria aprendizagem, tornando-se mais analítico.

Quando o problema apresentado é estruturado de tal maneira que não apresenta uma solução clara e imediata, mas que pode se modificar com o aparecimento de novas informações, ele divide opiniões entre os componentes da equipe. Os estudantes têm a necessidade de aprender a argumentar, a provar o seu raciocínio através da pesquisa, de tentativas, erros e da ação.

Os grupos tutoriais trabalham com o apoio e sob a supervisão de um tutor. A função deste é estimular o processo de aprendizagem, sem apresentar as respostas, ajudando a cumprir as atividades propostas e orientando as discussões. Nas equipes, os estudantes identificam os problemas, interpretam as informações coletadas, realizam pesquisa sobre o tema, debatem o assunto e elaboram possíveis soluções. É necessário material disponível para pesquisa, mesmo utilizando a internet.

Quando as novas informações, adquiridas a partir da investigação, entram em conflito com o conhecimento prévio do aprendiz, o mesmo é forçado a utilizar habilidades de pensamento de ordem superior, como: análise, síntese, avaliação e criação. Através de

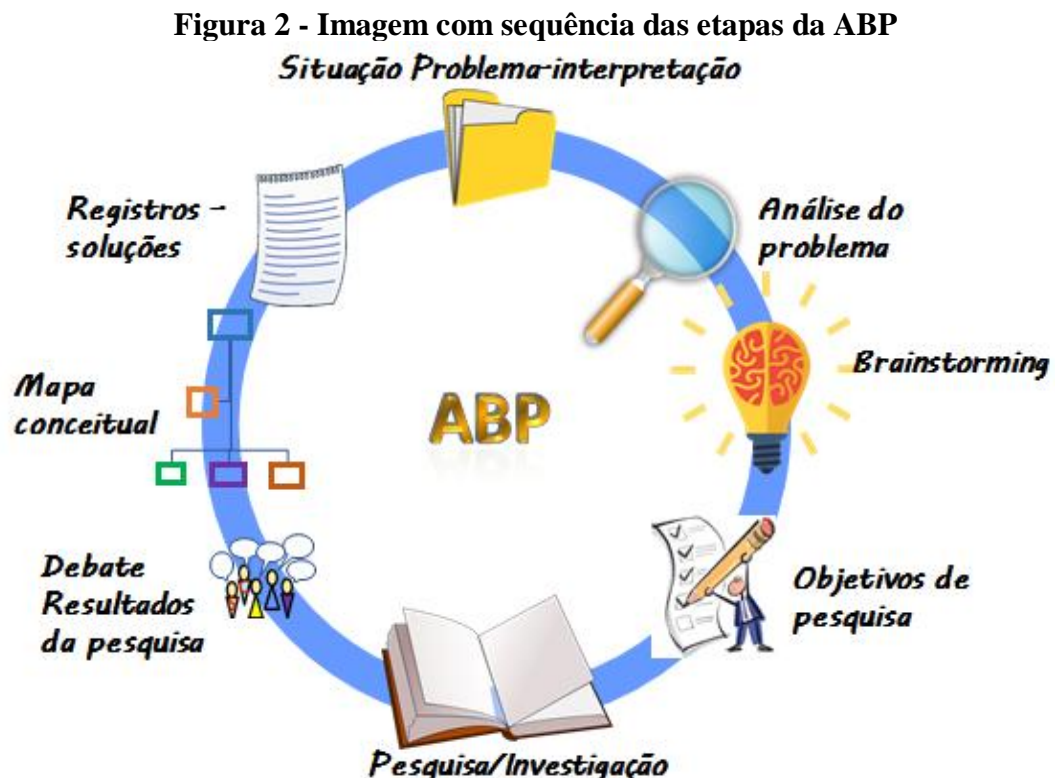
discussões com propósitos construtivos, da colaboração e da cooperação entre os componentes da equipe, novos conceitos são desenvolvidos para criar possíveis soluções à situação apresentada. O aluno aprende a aprender. (MUNHOZ, 2015)

### 2.2.3 Etapas da ABP

Segundo Berbel (1998), o grupo tutorial é composto de 8 a 10 alunos. Entre os alunos um será o coordenador e outro será o secretário, acontecendo um rodízio a cada sessão, para que todos exerçam essas funções.

É importante lembrar que cada sessão de uma ABP tem dois tutoriais: o 1º tutorial (abertura) envolve os momentos de leitura e interpretação até o levantamento dos objetivos de pesquisa; o 2º tutorial contempla o debate com os resultados da pesquisa extra classe, a proposição de uma solução para o problema identificado no texto e o registro dos resultados. Nos momentos de convivência todos se disponibilizam em participar do processo de aprendizagem, criando espaços para a cooperação, nos quais todos têm o mesmo grau de importância e colaboram para a aprendizagem mútua. (BERBEL, 1998)

Considerando possíveis adaptações e com base nos 7 passos da Maastricht University (Holanda), as etapas da ABP estão representadas na imagem da Figura 02 a seguir:



A leitura é feita em voz alta pelo tutor da turma ou pelo líder de equipe. A partir desse momento, temos, segundo :

- O levantamento dos termos conhecidos e desconhecidos. É a fase de interpretação;
- Na fase de análise do problema os componentes da equipe utilizam o seu conhecimento prévio para trocar informações sobre os conceitos desconhecidos e identificação da questão – problema;
- Em seguida há o brainstorming (debate) entre os componentes da equipe para o levantamento de hipóteses (das questões-problema apresentadas);
- Resumo das hipóteses;
- Na fase seguinte a equipe identifica os objetivos de pesquisa individual (ou em equipe, se realizado em sala de aula, com os recursos disponíveis);
- A investigação individual, cujos objetivos foram listados em equipe, permite que o aluno adquira autonomia, desenvolvendo a habilidade de aprendizado individual na busca por respostas à situação problema;
- Nesta fase os componentes da equipe apresentam os resultados e participam do segundo debate, em que complementam os conhecimentos anteriores. O grupo encontra uma possível solução para a situação problema identificada no texto, faz o seu registro e a apresenta ao tutor e à turma.

## **2.3 A Astronomia**

Esta subseção apresenta a importância da Astronomia no ensino da Física e os conceitos físicos trabalhados nesse produto, no contexto da Astronomia.

### **2.3.1 O Ensino de física e a astronomia**

A Astronomia é uma fonte de conhecimento que dá a compreensão do lugar que o homem ocupa no Universo e de sua história, permitindo o desenvolvimento de um olhar amplo, enquanto busca saber mais. Como contexto, ela apresenta caminhos para o aluno romper barreiras e entender fenômenos que ocorrem no seu dia a dia, entender a própria natureza. (BRASIL, 2002)

O tema estruturador Terra, Universo e Vida contempla o estudo da Astronomia, e uma de suas unidades temáticas é Terra e Sistema Solar, em que temos a discussão sobre: os

movimentos da Terra, da Lua e do Sol e suas relações, para a descrição de fenômenos astronômicos (duração do dia e da noite, estações do ano, fases da lua, eclipses e outros); as interações gravitacionais, para identificar as forças e relações de conservação e entender aspectos do movimento do sistema planetário, naves e satélites, entre outros. (BRASIL, 2006)

Interdisciplinar por natureza, por possuir conexões com Biologia, Física, Química, História e Geografia, entre outras (BRASIL, 2002), a Astronomia possibilita que o aluno adquira competências para enfrentar situações que exigem trabalhar com as tecnologias associadas, ou para lidar com as consequências do seu mau uso. Isso significa ter a capacidade para, diante de uma situação-problema, identificar as variáveis relevantes e traçar estratégias para a sua análise e solução.

Diversos trabalhos têm sido elaborados envolvendo a Astronomia no ensino da Física, como: Proposta de sequência didática para ensino de Tópicos de Astronomia na disciplina de Física no ensino médio (SILVA, 2018); Desenvolvimento e avaliação de uma história em quadrinhos para o ensino de Astronomia (CRUZ, 2018), enfatizando aspectos colaborativos e sociais.

Há, também, trabalhos desenvolvidos por mestrandos da Universidade Federal de Sergipe (UFS), como: Aprendizagem cooperativa: estudando conceitos físicos de cor e espectro através da Astronomia (SANTOS, 2018); Variáveis Cefeidas e a contribuição feminina na Ciência: recursos para o ensino de Oscilações, Ondas e Óptica (SANTOS, 2017). Estes trabalhos são exemplos de como o aspecto interdisciplinar da Astronomia dialoga em diferentes instâncias e aspectos com as ideias preconizadas pelos PCNs.

### **2.3.2 Conceitos que compõem o contexto da astronomia**

Desde a apresentação do produto às turmas até a aplicação do jogo, são utilizados conceitos que fazem parte da Astronomia, listados no quadro 01.

Esses conceitos fazem parte do tema estruturador Terra, Universo e Vida, que coloca em discussão as condições físicas para o surgimento e desenvolvimento da vida, aqui na Terra ou num contexto maior, que é o da evolução cósmica.

**Quadro 1 - Conceitos da Astronomia utilizados na aplicação do produto**

Etapa de aplicação do produto	Conceitos da Astronomia
Aula 1 - Vídeo A formação do Sistema Solar	Formação de corpos celestes, movimentos e colisões.
Aula 2 – Texto da ABP 01	Planetário, Astronomia, telescópios, corpos celestes, planetas, satélites, estrelas, movimentos da Terra, Lua e Sol, estações do ano, fases da Lua, eclipses, marés, face oculta da Lua, rotação, translação, precessão, nutação, órbitas dos planetas.
Aula 4 – Texto da ABP 02	Planetário, ISS, microgravidade, órbita, pressão, astronauta, Astronomia, tripulantes, lixo espacial, colisão, SAFER, propulsores.
Aula 8 – Jogo Você é um astro ingênuo?	Quantidade de movimento de um planeta, planetário, Astronomia, telescópios, corpos celestes, planetas, satélites, estrelas, movimentos da Terra, Lua e Sol, estações do ano, fases da Lua, eclipses, marés, face oculta da Lua, rotação, translação, precessão, nutação, órbitas dos planetas, ISS, microgravidade, órbita, pressão, astronauta, tripulantes, lixo espacial, colisão, SAFER, propulsores.

Fonte: Autoria própria.

### 2.3.2.1 astronomia

Durante muito tempo observou-se tudo ao redor, utilizando apenas os sentidos e principalmente os olhos, com os quais é possível distinguir diferentes imagens em pequenos intervalos de tempo. Foi necessário um longo estágio até a invenção de tecnologias para registrar o que era observado.

Ao inspecionar o céu e descrever a passagem do dia com o nascimento e o por do Sol, ou ao criar um calendário a partir do movimento das estrelas, descobriu-se, em paralelo, não apenas sistemas para medida do tempo, mas de orientação no espaço. E esses sistemas favoreceram o intercâmbio entre países através das navegações e do comércio, estimulando a criação e o desenvolvimento de instrumentos adequados à observação dos corpos celestes. Assim, a Astronomia nasceu: da curiosidade ao encantamento, aprimorando-se a partir das

necessidades econômicas, com o objetivo de observar objetos e fenômenos celestes. (VIEGAS, 2007)

### 2.3.2.2 telescópio

Em 1550 Leonard Digges (~1520 -1559) descreveu um sistema com lentes de longa e curta distância focal. Esse sistema foi interpretado como possível precursor do telescópio, instrumento que na prática é utilizado para observar e ampliar imagens de objetos celestes distantes. Historiadores acreditam que em 1608, o holandês Hans Lippershey (1570 – 1619) construiu o primeiro telescópio, em Middelburg, na Holanda. Em 1610 Galileu Galilei (1564-1642) construiu o próprio dispositivo, após saber do telescópio de Lippershey, em 1609. O aparelho de Galileu tinha um aumento de três vezes, mas ele construiu outros com aumento de até 30 vezes. (OLIVEIRA e SARAIVA, 2013)

Alguns países têm movimentado bilhões de dólares com a pesquisa em Astronomia. Foi gasto um valor da ordem de 1,5 bilhão de dólares com o telescópio Hubble. Com o desenvolvimento do rádio e de observações da emissão em rádio do cosmos, em 1963 entrou em operação um radiotelescópio com 300 m de diâmetro, em Arecibo, Porto Rico.

Um conjunto de radiotelescópios, o Very Large Array (VLA), começou a funcionar em Socorro, Novo México, em 1980 (OLIVEIRA e SARAIVA, 2013) e está em operação até hoje.

O *Five-Hundred-Meter Aperture Spherical Radio Telescope* (FAST)<sup>1</sup> foi inaugurado em setembro de 2016, na Cidade Astronômica de Pingtang, da província de Guizhou, sudoeste da China. Trata-se de um radiotelescópio esférico de 500 metros de abertura, formado por 4.450 painéis dotados de receptores de ondas de rádio capazes de identificar objetos astronômicos como galáxias e quasares.

Situado no planalto de Chajnantor, nos Andes Chilenos, temos o *Atacama Large Millimeter/submillimeter Array*<sup>2</sup> (ALMA), um telescópio que estuda radiações de comprimento de onda da ordem do milímetro, entre o infravermelho e as ondas de rádio. O *Square Kilometer Array* (SKA) é o projeto do maior radiotelescópio já desenvolvido e vai operar com inúmeras antenas conjuntas em uma área de coleta de um milhão de metros quadrados, na Austrália. (JUTTEL, 2007).

---

<sup>1</sup>Retirado do texto Turistas atrapalham funcionamento do maior telescópio do mundo. Revista Galileu (2018).

<sup>2</sup>Fonte: ESO [s.d.]. Disponível em: <https://www.eso.org/public/brazil/teles-instr/alma/>

Como a atmosfera pode afetar de diferentes maneiras a luz captada por um telescópio, o melhor é que sejam utilizados em regiões altas e sem nuvens. Em Cerro Pachon (2720 m), no deserto do Atacama do Chile, o Brasil construiu dois dos seus maiores telescópios, o Gemini e o *Southern Astrophysical Research Telescope* (SOAR), telescópio para pesquisas astronômicas do sul. (JUTTEL, 2007)

### 2.3.2.3 planetário

Os Planetários são projetores (e/ou ambientes) utilizados para a reprodução da esfera celeste, com a disposição aparente e movimento de estrelas, planetas e outros corpos celestes em um teto abobadado ou cilíndrico. As sessões nos planetários permitem a simulação de estrelas e planetas no céu noturno, mesmo onde a poluição luminosa não permita. (PACIEVITCH, *s.d.*)

### 2.3.2.4 estrelas e planetas

Uma estrela<sup>3</sup> é um objeto que concentra grandes quantidades de gases a altíssimas temperaturas e pressões, que brilha porque em suas regiões internas tais grandezas atingem valores suficientes para iniciar reações de fusão nuclear, desde as mais eficientes, combinando átomos de Hidrogênio para formar o Hélio, e dependendo da massa, outras reações que podem formar elementos mais pesados.

É necessário que tenha muita massa para atingir as temperaturas elevadas adequadas às reações de fusão nuclear. A massa mínima necessária para formar uma estrela equivale a 8% da massa solar ( $m_{solar} = 1,98 \cdot 10^{30} kg$ ). De forma simplificada, um planeta é um objeto de massa menor, o que impossibilita as reações de fusão nuclear, mas com valor suficiente para ser arredondado e dominar a órbita em que está inserido. Por não ter a mesma fonte de energia das estrelas, uma fração significativa da energia que emite é a refletida, de origem na estrela que orbita.

### 2.3.2.5 movimento de translação da Terra

De acordo com Hetem e Pereira (2010), durante séculos as observações feitas à noite

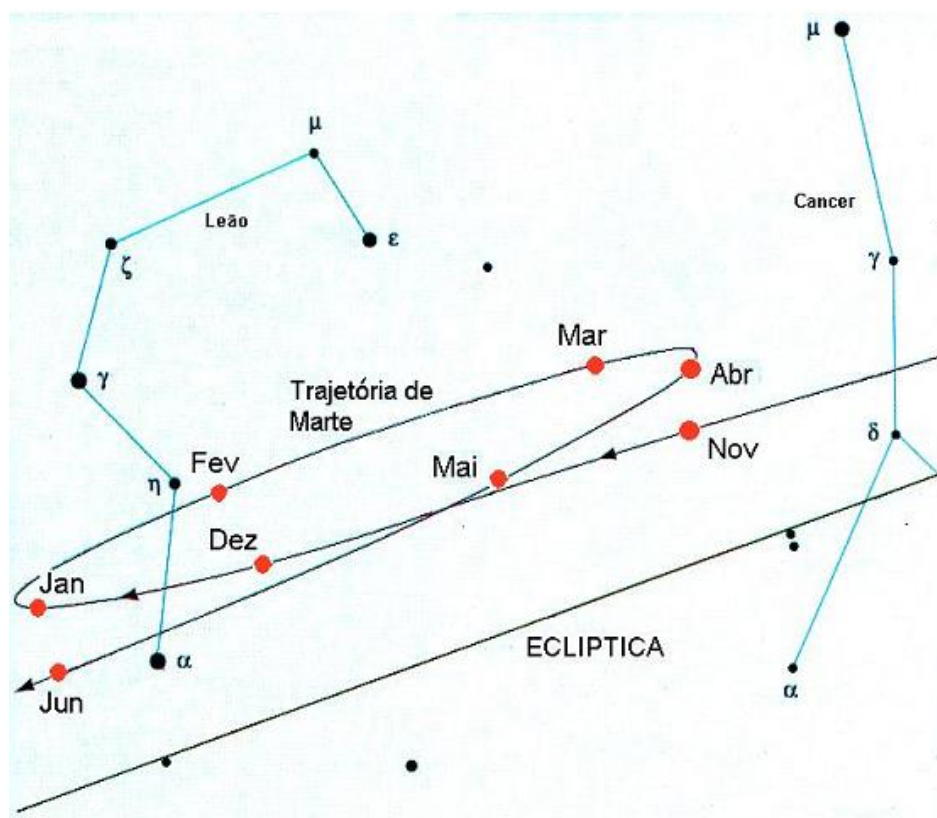
---

<sup>3</sup> Saraiva [*s.d.*]. Glossário de Astronomia. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/~fatima/glossario.html>

mostravam que as estrelas praticamente não se moviam relativamente umas às outras. As figuras criadas a partir da imaginação de diferentes povos sobre essas estrelas gerou as constelações. Com relação aos planetas (planeta significa errante, em grego) os resultados das observações eram outros, já que se movimentavam no espaço celeste em relação às estrelas fixas. Dessa forma foram reconhecidos os planetas Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno, além do Sol e da Lua, que hoje reconhecemos não serem planetas.

Os movimentos dos planetas ocorrem no sentido do oeste para leste em relação às estrelas fixas, também chamado de sentido direto. Mas, ao serem observados da Terra, apresentam periodicamente um deslocamento de leste para oeste em sua trajetória (movimento retrógrado), descrevendo um loop para depois voltar ao sentido anterior do movimento (Figura 03). Como há uma velocidade relativa entre o planeta e a Terra, e suas órbitas não são perfeitamente coplanares, o movimento angular aparente desse planeta, visto daqui, torna-se retrógrado, e ele descreve um tipo de anel entre as estrelas. Para Marte esse período é de 780 dias.

**Figura 3 - Representação do movimento retrógrado do planeta Marte em relação às estrelas fixas**

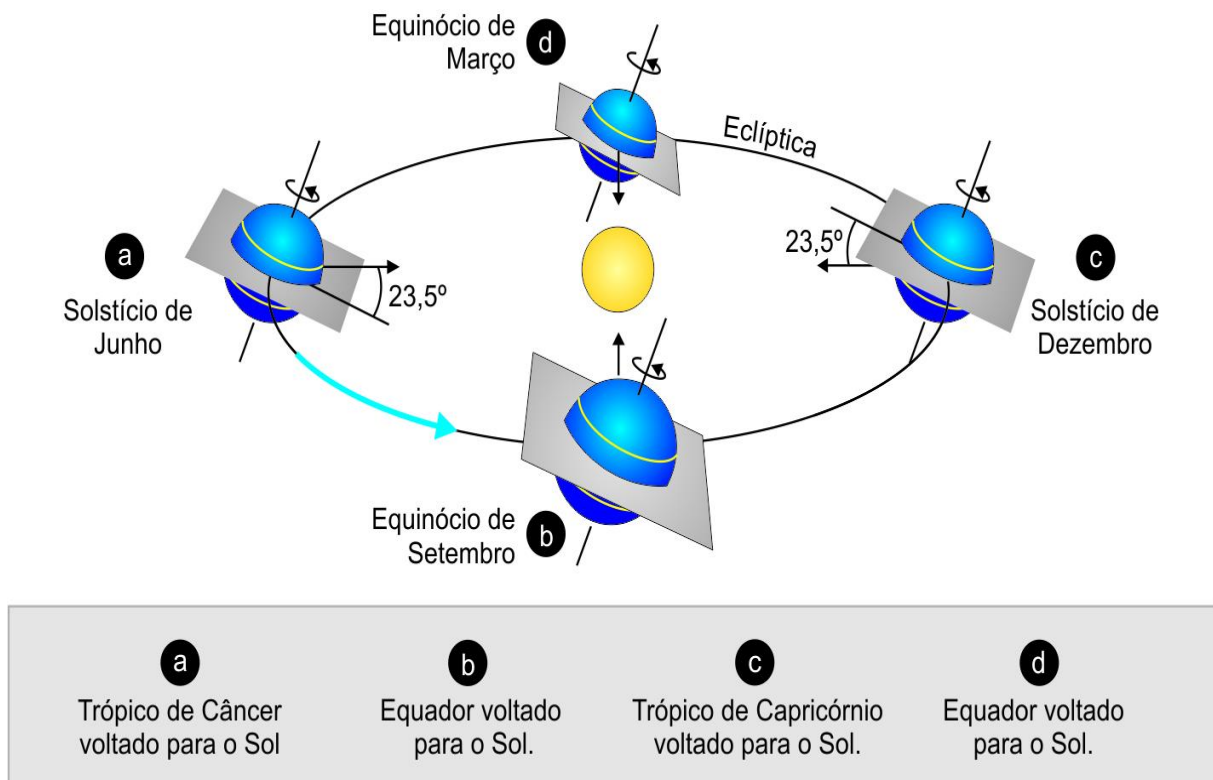


Fonte: Hetem e Pereira (2010).

Observado da Terra, o movimento diurno aparente do Sol acontece no céu, do leste para o oeste. Ao mesmo tempo, o Sol se movimenta lentamente entre as estrelas e para o leste, durante o ano, devido ao movimento de translação do planeta. A trajetória aparente do Sol descreve um círculo máximo no céu chamado eclíptica, que faz um ângulo de aproximadamente  $23^{\circ}27'$  com o plano do equador da Terra, e tem duração de 365 dias, 5 horas e 48 minutos em relação às estrelas. Quando a Terra termina uma volta completa em relação ao sol (movimento de translação), dizemos que se passou um ano. (SARAIVA; OLIVEIRA FILHO; MULLER, 2001a)

A principal consequência desse movimento e da inclinação do eixo do planeta em relação à eclíptica citada anteriormente, é a origem das estações do ano, com a sucessão dos solstícios e dos equinócios, que são posições especiais na órbita onde ocorrem situações intermediárias e extremas de iluminação do Sol na superfície da Terra, como mostrado na Figura 04.

**Figura 4 - Movimento de translação da Terra e a inclinação do plano do equador em relação à eclíptica**



Fonte: Saraiva; Oliveira Filho; Muller (2001a).

Perceba que à medida que o planeta gira ao redor do Sol, muda a latitude que recebe diretamente a luz do Sol ao meio dia. E com essas mudanças temos as estações do ano. No quadro 02 podemos ver as características dos equinócios e solstícios mostrados na Figura 04.

**Quadro 2 - Características dos dias de solstício e de equinócio definindo as estações do ano**

Posições principais do planeta em sua órbita	Características
Solstício de Junho (a): ~21 de junho	<ul style="list-style-type: none"> <li>- o dia claro é o mais longo no hemisfério norte (solstício de verão) e o mais curto no hemisfério sul (solstício de inverno);</li> <li>- O Sol permanece acima do horizonte 24h no pólo norte e abaixo do horizonte 24h no pólo sul;</li> </ul>
Equinócio de Setembro (b): ~22 de setembro *o Sol cruza a linha do equador, indo do hemisfério norte celeste para o sul celeste	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O dia e a noite duram 12h em todo o planeta;</li> <li>- Os pólos têm 24h de crepúsculo;</li> <li>- É outono no hemisfério norte e primavera no hemisfério sul;</li> </ul>
Solstício de Dezembro (c): ~21 de dezembro	<ul style="list-style-type: none"> <li>- o dia claro é o mais longo no hemisfério sul (solstício de verão) e o mais curto no hemisfério norte (solstício de inverno);</li> <li>- O Sol fica acima do horizonte 24h no pólo sul e abaixo do horizonte 24h no pólo norte;</li> </ul>
Equinócio de Março (d): ~20 de março *cruza o equador indo do hemisfério sul celeste para o hemisfério norte celeste	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O dia e a noite duram 12h em todo o planeta;</li> <li>- Os pólos têm 24h de dia claro;</li> <li>- É outono no hemisfério sul e primavera no hemisfério norte;</li> </ul>

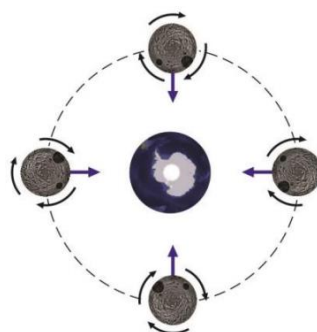
Fonte: Saraiva; Oliveira Filho; Muller (2001).

### 2.3.2.6 Fases da Lua

A Lua é o astro mais próximo à Terra, com distância média de 384.000 km. No perigeu a distância desse astro à Terra é mínima, com valor igual a 356.800 km. No apogeu temos a distância máxima de 406.400 km. O diâmetro da Lua é igual a 3 476 km, e ela tem três movimentos principais: rotação (em torno de seu próprio eixo), revolução em torno da Terra e

translação em torno do Sol, acompanhando a Terra em sua translação. Existe também a libração, resultante de pequenas oscilações no movimento de rotação, devido ao desalinhamento do centro gravitacional e o centro de massa. O movimento de rotação da Lua está sincronizado com o seu movimento de translação ao redor da Terra. A translação e a rotação acontecem no mesmo sentido, com aproximadamente 27,3 dias. Por isso, visualiza-se aproximadamente a mesma face da Lua (Figura 05). A face que não se consegue ver da Terra é chamada de face oculta. Apenas naves em órbita ao redor da Lua conseguem fotografá-la. (SARAIVA; OLIVEIRA FILHO; MULLER, 2001b)

**Figura 5 - Movimento da Lua com rotação sincronizada à sua revolução ao redor da Terra**




Fonte: Saraiva; Oliveira Filho; Muller (2001b).

De acordo com Saraiva, Oliveira Filho e Muller (2001b), o plano segundo o qual a Lua gira em torno da Terra tem uma inclinação de  $5,2^\circ$  em relação à eclíptica. O fato de a Lua não ser um corpo luminoso, mas iluminado pelo Sol, nos permite perceber que a sua forma muda à medida que gira ao redor da Terra, em aproximadamente 29,5 dias. A cada dia a Lua apresenta mudança na fração iluminada observada da Terra, devido à mudança da posição relativa entre Terra, Sol e Lua. Essa fração iluminada está associada a sua fase, que pode ser identificada pelo número de dias decorridos desde a Lua Nova (de 0 a 29,5), ou mais precisamente como fração específica da parte iluminada da Lua (0 % a 100 %).

As quatro fases principais que caracterizam a posição orbital da Lua em relação à Terra e o Sol são: Lua Nova, Quarto-Crescente, Lua Cheia e Quarto-Minguante. Em metade do ciclo a porção iluminada da Lua que se consegue ver está aumentando (lua crescente), conforme mostra a Figura 06, a seguir. Durante a outra metade do ciclo a porção iluminada visível pela Terra está diminuindo (lua minguante). A figura também mostra que a Lua Nova acontece quando a Lua está entre o Sol e a Terra, ao serem vistos perpendicularmente da órbita da Terra. A face visível da Lua não é iluminada pelo Sol porque estão na mesma direção, nascendo e se

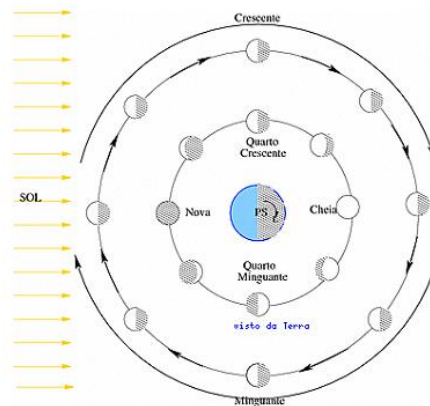
pondo aproximadamente juntos. A partir daí temos as principais fases da Lua, como mostra o Quadro 03 e a Figura 06.

**Quadro 3 - Fases da Lua principais com as respectivas imagens e características**

Fases da Lua	Imagem	Características
Lua Nova (foto tirada um dia após a fase de Lua Nova)		- Sol, Lua e Terra alinhados. - Face visível da Lua não é iluminada pelo Sol. - A Lua nasce e se põe aproximadamente às 6h e 18h.
Quarto – Crescente		- Vista da Terra, a Lua está a leste do Sol e forma com ele um ângulo de 90°. - A Lua nasce e se põe aproximadamente ao meio-dia e à meia-noite, respectivamente.
Lua Cheia		- A partir da Terra a Lua e Sol são vistos em direções opostas, separados de 180°. - A Lua nasce aproximadamente às 18h (por do Sol) e se põe às 6 h do dia seguinte.
Quarto – Minguante		- Nesse caso é a Lua que se consegue ver durante a manhã (o Sol ilumina o lado da Lua voltado para o leste). - Em valores aproximados, a Lua nasce à meia-noite e se põe ao meio-dia.

Fonte: Adaptado de Saraiva; Oliveira Filho; Muller (2001b) por esta autora.

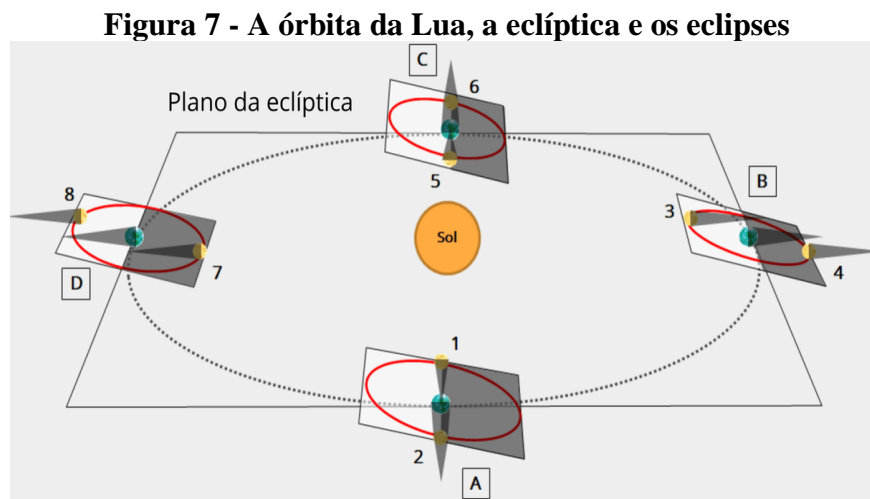
**Figura 6 - Imagem com as quatro fases que tradicionalmente caracterizam o movimento da Lua**



Fonte: Saraiva; Oliveira Filho; Muller (2001b).

### 2.3.2.7 Eclipses

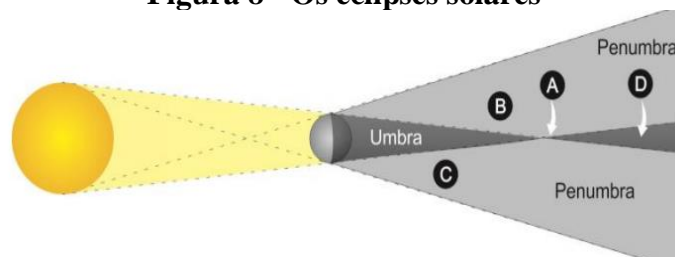
Fontes de luz extensas, ao iluminarem um corpo opaco, produzem no lado oposto destes regiões de sombra (umbra e penumbra). Enquanto a região de umbra não recebe qualquer luz da fonte luminosa, a penumbra recebe parcialmente a luz emitida pela fonte. A penumbra é a região que fica ao redor da umbra. Se um corpo entra na sombra de outro corpo, temos uma eclipse. Para um eclipse acontecer, a Lua tem que estar sobre a linha de intersecção do plano da sua órbita ao redor da Terra com o plano da órbita da Terra ao redor do Sol (eclíptica) e estar ou em fase cheia ou em fase nova. Observe a Figura 07 a seguir:



Fonte: Souza, jun./jul. 2019.

Quando o Sol, a Lua e a Terra estão alinhados, na parte da Terra em que se localiza a sombra da Lua, ocorrerá um eclipse solar, que pode ser total, parcial ou anular. Na figura 08 a Terra não está representada, mas considere a sua posição à direita da imagem. Se uma região da Terra for atingida pela umbra, essa região percebe o eclipse solar total. Se a mesma região da Terra for atingida pelo ponto C da penumbra, presenciará o eclipse solar parcial. No ponto D, presenciará o eclipse parcial anular.

**Figura 8 - Os eclipses solares**



Fonte: Saraiva; Oliveira Filho; Muller (2001b).

O Quadro 04 apresenta as características dos eclipses solares.

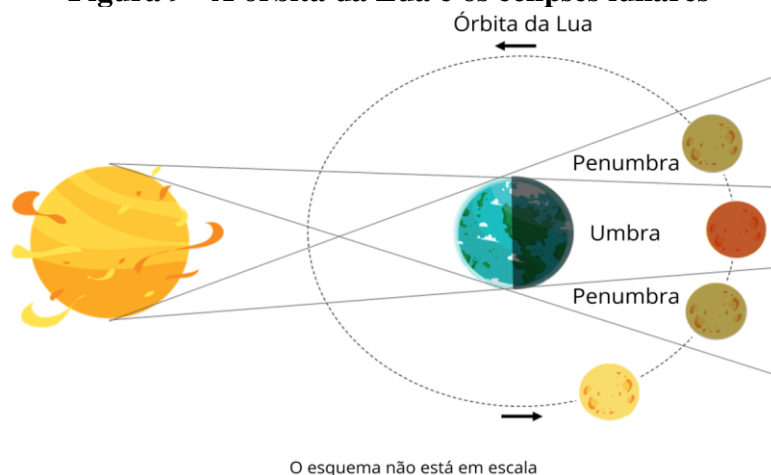
**Quadro 4 - Características dos eclipses solares observados na Figura 08**

Eclipse solar total	Observador da Terra está na umbra da Lua, próximo à Lua (posição entre A e a Lua).
Eclipse solar parcial	Observador da Terra está na penumbra da Lua (posições B ou C).
Eclipse solar anular	Observador da Terra está no prolongamento da umbra da Lua (posição D).

Fonte: Saraiva; Oliveira Filho; Muller (2001b).

Se a Lua se encontra na sombra da Terra, três situações distintas ocorrem, uma vez que a área de sombra da terra é maior: o eclipse lunar total (ou umbral), parcial ou o penumbral. Não há eclipse anular pois na distância que a Lua se encontra, o cone de sombra da Terra é maior do que a Lua (Figura 09).

**Figura 9 - A órbita da Lua e os eclipses lunares**



Fonte: Souza, jun./jul. 2019.

### 2.3.2.8 Forças gravitacionais diferenciais

Nesta subseção, serão abordados os fenômenos provenientes da ação de forças gravitacionais diferenciais: marés, microgravidade, precessão, nutação e pressão atmosférica.

- **Fenômeno de marés**

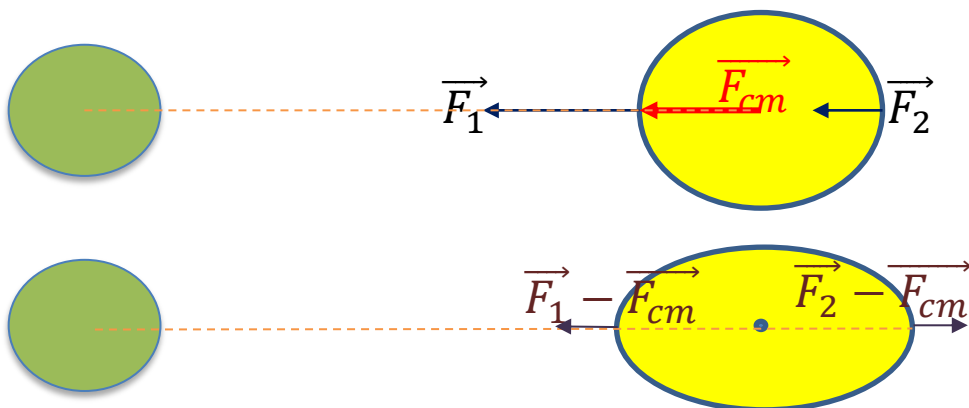
De acordo com Hetem e Pereira (2010) os movimentos da Terra e da Lua nos permitem estabelecer algumas unidades de medida de tempo. O movimento de rotação da Terra é a base para a definição das unidades de medida de tempo: dia, hora, minuto e segundo. Uma hora do

dia solar médio equivale a  $15^\circ$  de giro do planeta ao redor do próprio eixo. O movimento de revolução da Terra ao redor do Sol é a base para a definição da unidade de medida de tempo ano, e o movimento orbital da Lua é a base para a definição das unidades de medida: semana e mês.

Ao se observar um projétil lançado do pólo norte, tem-se a impressão de que ele sofre um desvio para o leste ao cair próximo à linha do equador. Tal fato se deve ao movimento de rotação da Terra. Esse movimento transporta o projétil para leste com uma velocidade de 0,46 km/s, fazendo o mesmo atingir um ponto a oeste do alvo. A impressão de que o projétil sofre um desvio, ao ser lançado do norte para o sul, nos faz perceber nele uma aceleração fictícia, chamada de efeito de Coriolis e deduzida por Gaspard Gustave de Coriolis (1792 -1843). Esse efeito prova a existência do movimento de rotação da Terra. (HETEM; PEREIRA, 2010)

Quando um corpo extenso está sujeito à ação gravitacional de outro, cada parte deste corpo sofre uma força gravitacional de intensidade diferente, em razão do fato de cada uma destas partes se encontrarem a distâncias diferentes do corpo que gera tal força. Este efeito é conhecido como forças gravitacionais diferenciais, sendo um dos principais fatores para os efeitos observados de maré. A força gravitacional diferencial resultante é o resultado da diferença entre a força gravitacional num ponto do corpo e a força gravitacional que atua no centro de massa desse corpo como um todo. Ela se contrapõe às forças gravitacionais e de coesão do próprio corpo. Desta forma as massas líquidas, que têm mais flexibilidade para se deslocar, acabam revelando mais acentuadamente os efeitos gravitacionais de maré. São as forças gravitacionais diferenciais (representadas na Figura 10) que tendem a alongar o corpo.

**Figura 10 - Forças gravitacionais diferenciais ou forças de maré**

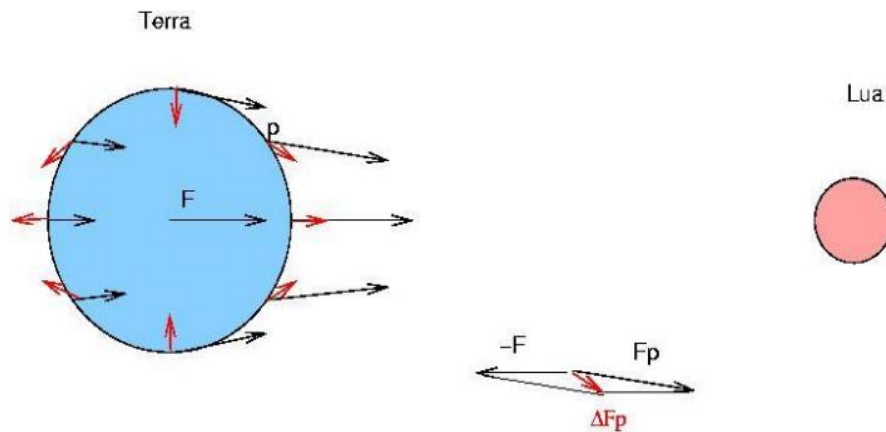


Fonte: Saraiva; Oliveira Filho; Muller (2010).

Na Terra as marés são consequência da força gravitacional exercida principalmente pela Lua. O Sol também interfere, mas com menor intensidade. A força gravitacional em cada ponto da Terra depende da distância entre a Lua e esse ponto, logo é mais intensa no lado do planeta

voltado para o satélite. No entanto, em termos das forças diferenciais, apesar da força do lado oposto ser menor, a diferença com a força central tem como resultante uma força com intensidade equivalente à do lado próximo, mas em sentido oposto (Figura 11).

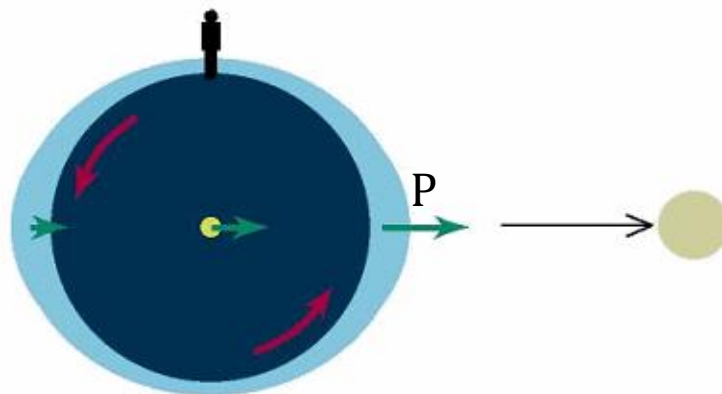
**Figura 11 - Forças gravitacionais diferenciais no planeta Terra por ação da Lua**



Fonte: Saraiva; Oliveira Filho; Muller (2010).

As setas pretas indicam a força gravitacional que a Lua exerce em cada ponto da Terra. Já as setas vermelhas representam a diferença entre a força gravitacional em cada ponto e a força gravitacional no centro de massa do planeta. As partes mais líquidas se deformam com facilidade e formam um bojo nessa direção, ao redor de todo o planeta (Figura 12).

**Figura 12 - Imagem das alterações de maré devido ao movimento da Lua ao redor da Terra**



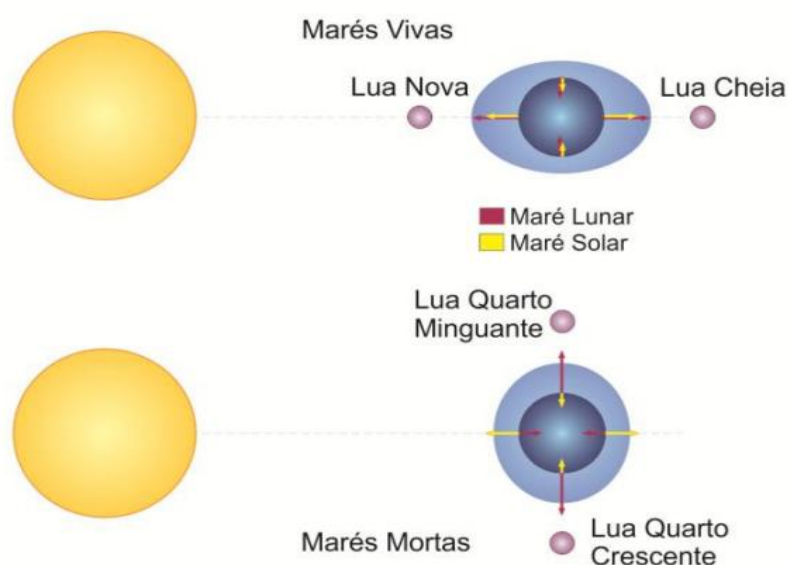
Fonte: Saraiva; Oliveira Filho; Muller (2010).

Devido à rotação do planeta, após um intervalo de tempo de aproximadamente 6 horas e 12 minutos (um quarto da duração do dia lunar), o ponto P gira 90° e passa da condição de maré alta para maré baixa, como mostra a Figura 12. Após mais um intervalo de aproximadamente 6 horas e 12 minutos, o ponto P se encontra a 180° do lugar mostrado na imagem, portanto está na condição de maré alta. Cada ponto no planeta tem duas marés altas

em um dia. A altura da maré pode chegar a 10 m, dependendo da distribuição de massa continental e favorecendo o não o fluxo das águas. (SARAIVA; OLIVEIRA FILHO; MULLER, 2010)

O Sol interfere menos no valor das forças gravitacionais diferenciais, porque tem maior distância em relação ao planeta. Para Saraiva, Oliveira Filho e Muller (2001), quando o Sol está alinhado com a Lua, nas fases de Lua Nova (em conjunção) e Lua Cheia (em oposição), a maré alta fica mais alta e a maré baixa fica mais baixa. As forças gravitacionais diferenciais da Lua e do Sol estão alinhadas vetorialmente, resultando em forças de marés mais intensas. Essas marés são chamadas de marés de sizígia ou marés vivas. Nas fases da Lua Quarto Crescente ou Quarto Minguante a maré alta não fica tão alta e a maré baixa não fica tão baixa. É que nessas fases o Sol e a Lua não estão alinhados. Temos aí as marés de quadratura ou marés mortas, que são mais atenuadas, como mostra a Figura 13.

**Figura 13 - Influência do Sol nas marés**



Fonte: Saraiva; Oliveira Filho; Muller (2010).

- **Microgravidade**

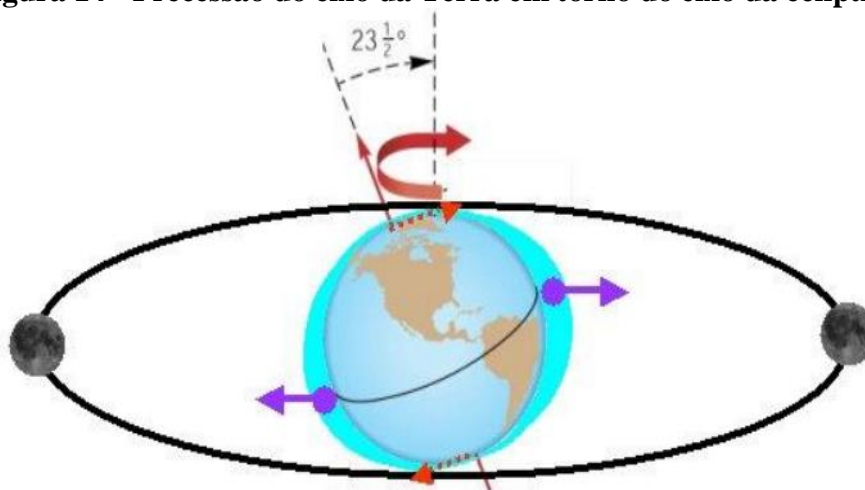
Relacionado ao tópico anterior, estão as condições em que a soma das ações gravitacionais está muito próxima de se anular. Isto é o que ocorre, por exemplo, na International Space Station (ISS) ou Estação Espacial Internacional (EEI). Trata-se de um corpo cujas dimensões não podemos desprezar. A Terra, mais do que a Lua ou o Sol, cria um campo gravitacional de diferentes intensidades e direções sobre diferentes pontos da EEI, sugindo daí as forças de maré. A EEI tem movimento acelerado, mas o seu interior se comporta como se não houvesse campo gravitacional. Em relação à superfície da estação, o ponto no centro da mesma não tem campo gravitacional aparente, mas qualquer outro ponto a uma maior distância

do centro está sob o efeito de forças de maré. E isso explica a microgravidade<sup>4</sup> no interior da EEI.

- **Precessão**

As forças gravitacionais diferenciais do Sol e da Lua sobre a Terra também provocam nesta o movimento de precessão. Isso acontece por algumas razões: a Terra é ligeiramente achatada nos polos, deixando o plano do equador mais bojudo, com um diâmetro 40 km maior do que o diâmetro polar; o plano equatorial está inclinado de  $23^{\circ}27'$  com o plano da eclíptica e este tem uma inclinação de aproximadamente  $5,2^{\circ}$  em relação ao plano da órbita da Lua. As forças diferenciais tendem a achatá-la mais e a alinhar o seu eixo com o da eclíptica. Observe a Figura 14 a seguir: (SARAIVA; OLIVEIRA FILHO; MULLER, 2010)

**Figura 14 - Precessão do eixo da Terra em torno do eixo da eclíptica**



Fonte: Saraiva; Oliveira Filho; Muller (2010).

Segundo Saraiva, Oliveira Filho e Muller (2010), as estações do ano não sofrem qualquer alteração com relação à precessão e em termos climáticos, porque o eixo da Terra mantém sua inclinação com o eixo da eclíptica constante, enquanto o precessiona. A mudança ocorre na visão que temos do céu a partir da Terra. As estrelas visíveis à noite em cada época do ano mudam.

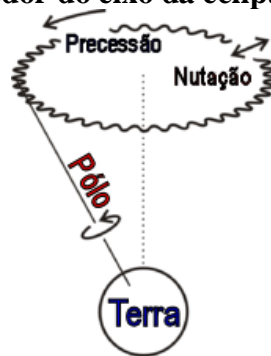
- **Nutação**

A nutação (N) é uma pequena variação periódica no eixo rotacional terrestre, que ocorre a cada 18,6 anos, em função da mudança da posição do plano orbital da Lua em relação à disposição da Terra e da Lua, mudando periodicamente a contribuição luni-solar na precessão (Figura 15).

---

<sup>4</sup>SILVEIRA (2013). Disponível em <https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=microgravidade-forcas-de-mare-na-estacao-espacial-internacional>.

**Figura 15 - Fenômeno da nutação durante a precessão do eixo de rotação da Terra ao redor do eixo da eclíptica**



Fonte: Anjos (2016).

### 2.3.2.9 Pressão atmosférica

Quando a força gravitacional atuante sobre a massa atmosférica atua sobre uma superfície específica, esta superfície sofre o que chamamos de pressão atmosférica. Como a temperatura, a densidade e o volume da massa de ar se modificam em diferentes altitudes, a pressão atmosférica também muda. Quanto maior a altitude, menor a densidade do ar, então menor será a pressão do ar. Seu valor é registrado em pontos diferentes do planeta, pois é um importante indicador de mudanças meteorológicas. (FUKUI; MOLINA; VENÊ, 2016)

O instrumento utilizado para medir a pressão atmosférica é o barômetro de mercúrio. Aparelho preciso, ele é composto por um tubo cheio de mercúrio (de aproximadamente 1 m de comprimento) e foi inventado por Evangelista Torricelli (1608-1647) em 1643.

O valor da pressão pode ser calculado pela equação 2.1:

$$P = \frac{F}{A} \quad (2.1)$$

P é a pressão em  $N/m^2$ , F é a força em N e A, a área da superfície de contato, em  $m^2$ .

## 2.4 Conceito Físico: Quantidade de Movimento

O conceito quantidade de movimento segundo o mecanicismo cartesiano é apresentado nesta subseção, com suas características e aplicações no cotidiano do estudante.

### 2.4.1 Descartes e a quantidade de movimento

Segundo Peduzzi e Peduzzi (2010), o mecanicismo cartesiano é uma filosofia que postula que todos os fenômenos naturais devem ser explicados pelas leis da matéria em movimento. A matéria, em si, é inerte, passiva e seus atributos são a extensão e o movimento. A quantidade de movimento de um corpo é definida através do produto da sua quantidade de matéria pela velocidade. A Física apresenta o princípio da inércia como um caso particular da lei de conservação da quantidade de movimento do mundo, proposta por Descartes em termos metafísicos. Segundo Peduzzi e Peduzzi (2010):

Na elaboração de seu sistema filosófico, Descartes se situa em uma escola de pensamento que entende que a ‘fonte’ do conhecimento está na razão e não nos sentidos. Desse modo, ele está em completo desacordo com a máxima aristotélica de que não pode haver nenhum conhecimento que não tenha passado antes pelos órgãos dos sentidos. É a investigação das primeiras causas e dos verdadeiros princípios que assegura a aquisição de conhecimentos genuínos (PEDUZZI; PEDUZZI, 2010, p. 28).

Ao formular uma teoria para o movimento pendular, Descartes duvidou dos resultados das experiências do médico holandês Isaac Beeckman (1588-1635), porque o médico apresentou dados não obtidos a partir da razão (PEDUZZI; PEDUZZI, 2010).

Para Descartes *apud* Peduzzi e Peduzzi (2010), a massa estava relacionada à extensão do corpo (volume), portanto dois corpos de mesmo volume e iguais velocidades teriam a mesma quantidade de movimento. Ele também acreditava no caráter escalar da grandeza e afirmava que a quantidade de movimento do Universo seria constante, pois Deus dotou a matéria tanto de repouso quanto de movimento imutável e indestrutível. Se a quantidade de movimento do Universo é a soma das quantidades individuais de movimento dos corpos que o constituem, essas quantidades individuais poderiam mudar, de forma que a soma permanecesse constante.

Segundo Descartes:

Nenhum objeto pode se mover, por si próprio, se estiver em repouso e, tampouco, mudar, por si mesmo, o seu movimento, se estiver em movimento. Na natureza, nenhum objeto altera o estado em que se encontra a não ser que seja forçado a isto por um outro corpo (PEDUZZI; PEDUZZI, 2010, p. 17).

Esse pensamento afirmava que era preciso haver contato entre dois corpos para modificar o seu estado de repouso ou de movimento. Mas quando um corpo rígido incide em um choque frontal sobre outro ainda maior, fixo e rígido, ele volta no sentido oposto ao que vinha. E se o choque acontecer com um corpo não rígido, transfere o seu movimento e para, em relação ao corpo não rígido. Um corpo não rígido é aquele que mantém constante a distância entre as partes que o compõem.

Durante a idade média, Jean Buridan (1300 – 1358) propôs que o movimento de um corpo tinha a ver com o ímpetus, cujas características eram: o caráter permanente; aplicava-se inclusive a um movimento circular; devido a tendência natural do movimento e à resistência do meio, havia um desgaste; dependia da velocidade e da quantidade de matéria do corpo (PIETROCOLA *et al*, 2016).

#### 2.4.2 Conceito atual de quantidade de movimento e o sistema isolado

Segundo a Física Newtoniana, a massa de um corpo está relacionada com o volume e a densidade desse corpo. Na concepção moderna, a quantidade de movimento (ou momento linear) de um corpo é uma grandeza vetorial, resultado do produto de uma grandeza escalar (massa) e uma grandeza vetorial (velocidade). O cálculo da quantidade de movimento é feito através da equação 2.2, em que  $\vec{p}$  identifica a quantidade de movimento,  $m$ , a massa do corpo, e  $\vec{v}$ , a sua velocidade. Como a massa é sempre positiva, a quantidade de movimento de um corpo tem sempre a mesma direção e sentido de sua velocidade. (PEDUZZI; PEDUZZI, 2010)

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v} \quad (2.2)$$

No Sistema Internacional de Unidades (S.I.), a unidade de medida do momento linear é o kg.m/s. A velocidade do corpo é importante para saber a direção, o sentido e a rapidez do movimento, mas não conseguimos descrever todas as implicações ou consequências de um impacto apenas com esse valor.

Na comparação entre as velocidades ou momento linear (quantidade de movimento) de dois corpos em movimento, não podemos esquecer de considerar o seu caráter vetorial. A direção e o sentido do movimento são importantes, porque se a direção da velocidade muda, a direção da quantidade de movimento do corpo também muda. Mesmo quando o módulo da velocidade de um corpo é constante, numa curva a sua quantidade de movimento não é constante. Ao explorar a característica vetorial de rotações em um movimento orbital, é importante lembrar que o momento linear varia, mas o momento angular se conserva.

O estudo do momento linear de um móvel e de sua variação nos permite entender situações do nosso cotidiano, como por exemplo, o movimento de saque em um jogo de vôlei. A mão do jogador interage com a bola durante uma fração de tempo muito pequena, exercendo nela uma força cuja intensidade é capaz de provocar uma mudança na velocidade da bola, a partir do repouso. A força entre a mão e a bola é uma força interna que pode provocar na mão e na bola uma deformação, durante a interação. Essa força altera a quantidade de movimento


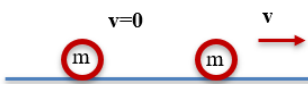

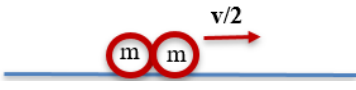
de cada corpo do sistema bola+mão, mas, se a resultante das forças externas ao sistema for desprezível em relação à força interna, a quantidade de movimento total do sistema não vai se alterar. Dizemos então que o sistema é isolado.

Na análise da colisão entre um carro e um caminhão, a massa do caminhão é maior do que a do carro. Se colidissem separadamente com um terceiro corpo, quando ambos tivessem a mesma velocidade, o caminhão causaria maior impacto. Seria necessário, no mesmo intervalo de tempo, uma força de maior intensidade para frear completamente o caminhão, do que para frear completamente o carro, visto que o caminhão tem maior massa. (FUKUI; MOLINA; VENÊ, 2016)

Se considerássemos dois carros de massas iguais com velocidades de intensidades diferentes, aquele com maior intensidade de velocidade, ao colidir com um terceiro corpo, causaria maior impacto em uma colisão, e precisaria, no mesmo intervalo de tempo, de uma força de maior intensidade para freá-lo completamente. Logo, a massa é tão importante quanto a velocidade, na análise das consequências da colisão entre dois ou mais corpos.

Durante uma colisão frontal um corpo pode transferir seu movimento para outro corpo ou os dois podem se associar e se movimentar unidos. Mas, se houve transferência ou associação de movimento, a quantidade de movimento do sistema deve se manter, se as perdas foram desprezíveis. Temos aqui um sistema isolado, em que a resultante das forças externas é desprezível. O Quadro 05 mostra exemplos de colisões em sistemas isolados:

**Quadro 5 - Exemplos de colisões diretas em que há conservação da quantidade de movimento do sistema**

Antes da colisão	Depois da colisão
	
	

Fonte: Adaptado de Fukui, Molina e Venê (2016) por esta autora.

O princípio da Conservação da Quantidade de Movimento ( $\vec{p}$ ) para um sistema isolado pode ser representado pela equação 2.3:

$$\sum_1^n \vec{p}_i = \text{constante} \quad (2.3)$$

Como uma força interna pode causar deformação em cada corpo do sistema, precisamos considerar se há ou não a conservação da energia. E isso depende do tipo de deformação, temporária ou permanente. Quando parte da energia é transformada de forma permanente em outra forma de energia como calor ou som, ou quando há deformação permanente nos corpos envolvidos na colisão, a energia cinética do sistema não se conserva. Comparando a energia cinética do sistema antes da colisão com a energia cinética do sistema após a colisão, podemos classificar essa colisão como está no Quadro 06:

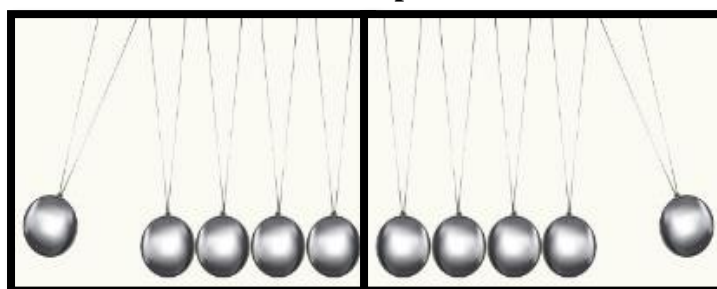
**Quadro 6 - Características da quantidade de movimento, da energia cinética e comportamento dos corpos após a colisão em um sistema isolado**

Tipo de colisão	Elástica	Parcialmente elástica	Inelástica
Quantidade de movimento	há conservação	há conservação	há conservação
Energia cinética	há conservação	não há conservação	não há conservação
Comportamento dos corpos	separam-se	separam-se	permanecem unidos

Fonte: Fukui, Molina e Venê (2016, p.152).

A colisão elástica é uma simulação hipotética, idealizada, mas algumas colisões em situações reais podem ser analisadas como elásticas. O pêndulo de Newton é um exemplo de experimento em que se pode observar a conservação da quantidade de movimento. Considere o pêndulo de Newton com cinco esferas de metal de mesma massa e diâmetro. Se o sistema de esferas for isolado e as perdas de energia forem desprezadas, ao elevar a primeira esfera, esta transforma energia potencial gravitacional em energia cinética. Essa energia é transferida para as esferas vizinhas durante a colisão. A quantidade de movimento da massa elevada também é transferida de uma esfera para outra até a última esfera, que se eleva transformando energia cinética em potencial gravitacional, subindo a uma altura igual à da esfera abandonada inicialmente (Figura 16).

**Figura 16 - Pêndulo de Newton: experimento com uma das esferas**



Fonte: Silva Junior [s.d.].

Observa-se que, se o sistema é isolado e as colisões são perfeitamente elásticas, há conservação de energia cinética do sistema durante as colisões das esferas que compõem o pêndulo. Se três esferas fossem soltas de uma mesma altura, simultaneamente, as últimas três esferas se elevariam até a altura igual àquela da qual as três primeiras foram soltas. O triplo da quantidade de movimento e da energia seria transferida nas colisões, porque essas grandezas são diretamente proporcionais à massa total das esferas abandonadas. Como o pêndulo de Newton tem cinco esferas, a do centro se movimentaria para os dois lados.

A seguir temos as equações para a energia cinética (equação 2.4) e energia potencial gravitacional (equação 2.5).

Energia Cinética

$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2} \quad (2.4)$$

Energia potencial gravitacional

$$E_p = m \cdot g \cdot h \quad (2.5)$$

Em que

m – massa do corpo, em kg;

g – aceleração da gravidade local, em m/s<sup>2</sup>;

h – altura em relação ao referencial, em m;

v – velocidade do corpo, em m/s.

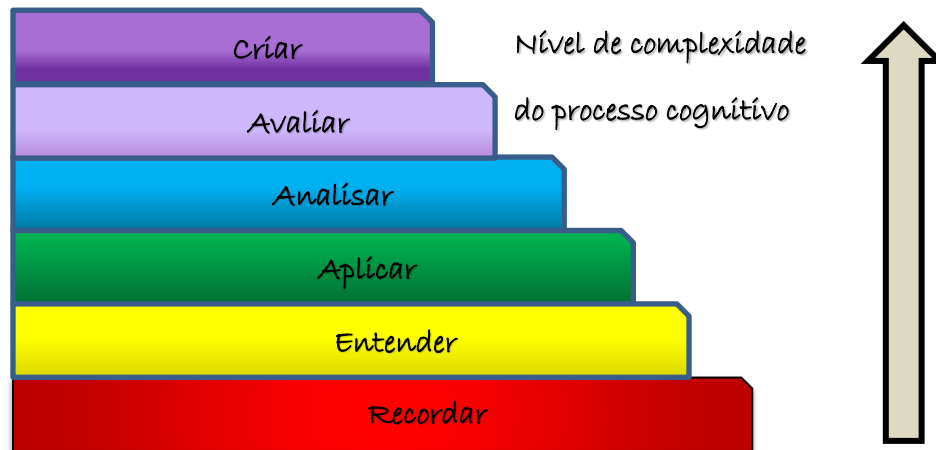
Em pesquisa realizada no site do Mestrado Nacional Profissionalizante de Ensino de Física é possível encontrar dois trabalhos, nos três últimos anos, envolvendo o conceito de Momento Linear: Impulso e Quantidade de Movimento: uma proposta de aprendizagem por meio de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (LOPES; ORLANDO; BOLZAN, 2016); Física Forense Aplicada ao Ensino da Mecânica (CARVALHEIRO, 2018).

## 2.5 Taxonomia de Bloom

Para a construção dos problemas na ABP a Taxonomia de Bloom é uma ferramenta que facilita a elaboração de problemas claros e significativos, permitindo que o professor auxilie seu aluno a adquirir competências, a partir do domínio de habilidades, implementando objetivos, estratégias e conteúdo que realmente importam (FERRAZ e BELHOT, 2010). A Figura 17 apresenta as dimensões do processo cognitivo utilizados na construção de um problema, em nível crescente de dificuldade, a partir dos objetivos definidos pelo professor

à aprendizagem do estudante.

**Figura 17 - Categorização atual da Taxonomia de Bloom proposta por Anderson, Krathwohl e Airasian no ano de 2001**



Fonte: Adaptada de Ferraz e Belhot (2010), por esta autora.

Do nível mais básico de cognição ao mais elevado: recordar significa lembrar ou reconhecer o mais relevante da informação; entender significa ser capaz de explicar ou classificar conceitos; aplicar significa demonstrar, ilustrar, executar, seguir um procedimento, as normas, regras, ideias e conceitos; analisar significa desmembrar a informação em partes ou componentes e entender a relação entre elas; avaliar significa julgar e emitir juízo, estabelecendo padrões e critérios, segundo o valor das informações e das ideias; criar significa combinar diferentes partes para elaborar uma nova visão, estrutura ou modelo (FERRAZ; BELHOT, 2010).

Do processo cognitivo *recordar* ao *criar*, são utilizados pensamentos que vão de uma ordem inferior a pensamentos de ordem superior, da Taxonomia de Bloom revisada. O produto educacional aqui apresentado usou a taxonomia de Bloom na elaboração e adaptação das seguintes etapas: atividade de cálculo da quantidade de movimento em duplas, questões do jogo *Você é um astro ingênuo?*, avaliações diagnósticas 1 e 2 e textos das ABPs.

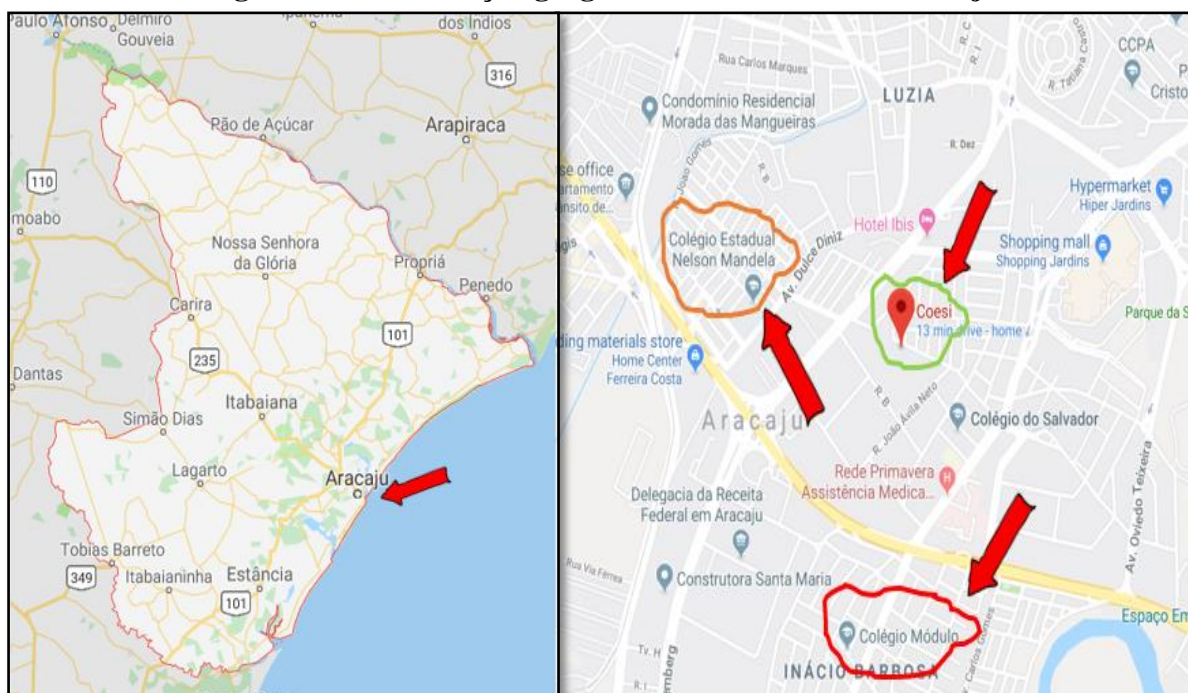
### 3 METODOLOGIA

Esta seção apresenta os procedimentos pedagógicos e técnicos do estudo e da pesquisa de aplicação de um produto. Trata-se de uma pesquisa descritiva, exploratória e explicativa, quanto aos objetivos. É um trabalho de campo e experimental, quanto aos meios. Utiliza as abordagens quantitativa e qualitativa, quanto ao tratamento dos dados.

#### 3.1 Ambiente de Aplicação

Esse trabalho foi realizado em dois colégios da rede particular e um colégio da rede pública de ensino, em Aracaju – SE. Na Figura 18 temos a localização da cidade de Aracaju e das três escolas, indicadas a seguir:

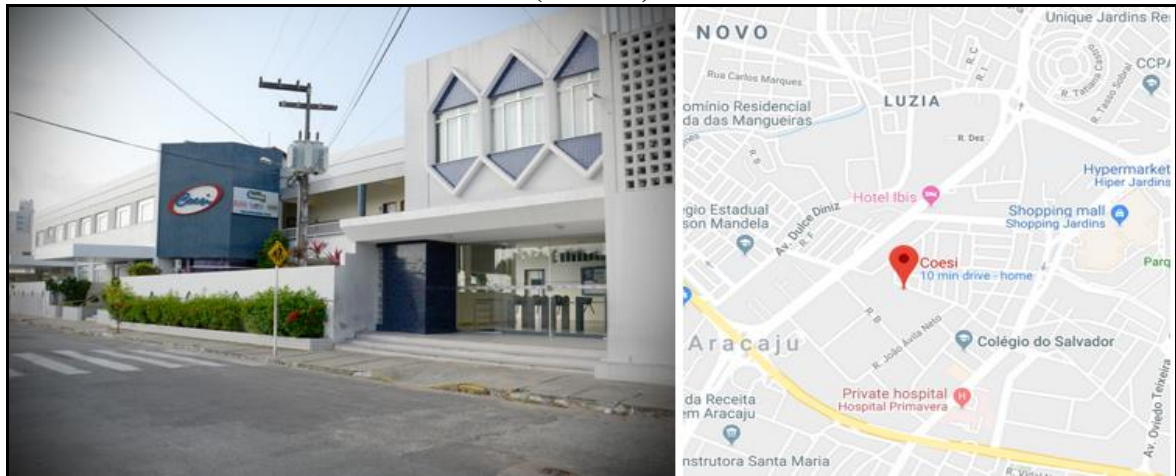
**Figura 18 - Localização geográfica das escolas em Aracaju**



Fonte: Google Maps (Aracaju, COESI, *s.d.*).

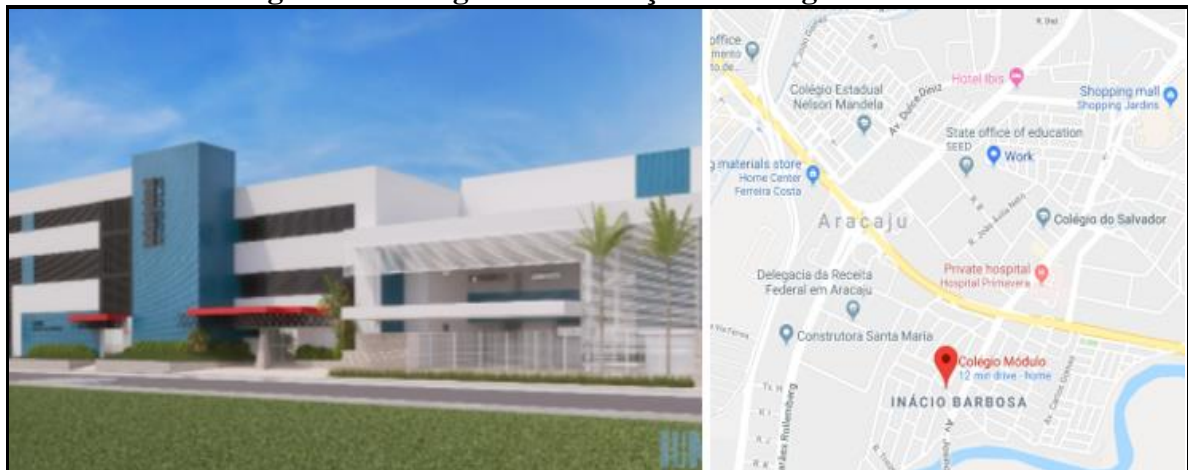
O produto foi aplicado simultaneamente nas duas escolas da rede particular. Uma delas foi o COESI (Colégio de Orientação e Estudos Integrados), que está situado na Rua Oscar Valois Galvão, 355, Grageru (Figura 19). A segunda escola particular foi o Colégio Módulo, situado à Rua dos Cravos, 247, Inácio Barbosa (Figura 20). A Figura 21 mostra imagem e localização da escola da rede pública, o colégio Estadual Leandro Maciel, na Rua Onze de Agosto, s/n, Conj. Castelo Branco.

**Figura 19 - Imagem e localização do Colégio de Orientação e Estudos Integrados (COESI)**



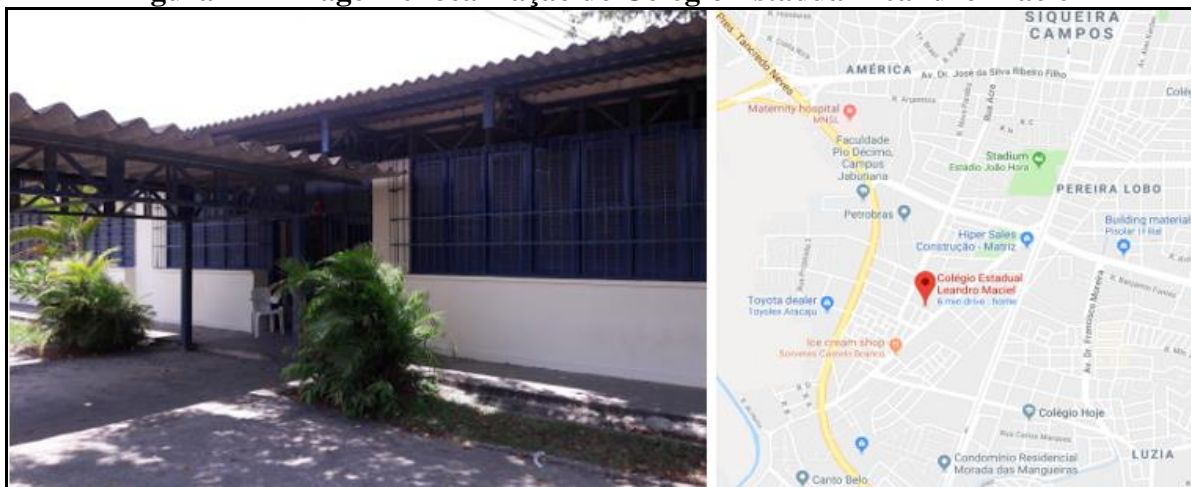
Fonte: Google Maps. (COESI, *s.d.*).

**Figura 20 - Imagem e localização do Colégio Módulo**



Fonte: Google Maps (Módulo, *s.d.*).

**Figura 21 - Imagem e localização do Colégio Estadual Leandro Maciel**



Fonte: Google Maps (Colégio Estadual Leandro Maciel, *s.d.*).

### 3.2 População e Amostra

Esse trabalho foi realizado na segunda metade do período letivo de 2018, nas primeiras séries do Ensino Médio. Quantidade de Movimento e sua Conservação é um tema geralmente trabalhado no final do primeiro ano, mas este produto educacional foi elaborado para ser aplicado em qualquer momento do período letivo desta série, considerando que exige dos alunos conceitos trabalhados no 9º ano do Ensino Fundamental.

Os conceitos prévios necessários também podem ser desenvolvidos pelas equipes durante os tutoriais da ABP (Aprendizagem Baseada em Problemas), pois permite que o aluno, ao pesquisar sobre os conceitos identificados nos textos e ao debater com os colegas de equipe sobre os problemas ali apresentados, participe ativamente do processo de aprendizagem. Apesar de o Coesi já ter a experiência com a ABP em anos anteriores, não o fez nas turmas que participaram da aplicação desse produto, logo foi uma experiência nova para todos os envolvidos, principalmente para os recém chegados à escola.

Duas turmas do Colégio Módulo, quatro turmas do COESI e duas turmas do Colégio Estadual Leandro Maciel participaram deste experimento didático. No COESI e no Colégio Módulo os alunos têm respectivamente quatro e cinco aulas semanais, mas divididas em duas frentes, então aplicamos o produto nessas escolas em duas e três aulas por semana, respectivamente. No Colégio Estadual Leandro Maciel a professora Jéssica aplicou o produto em três aulas semanais, única frente de Física nas turmas de primeiro ano. As aulas do Coesi e do Colégio Módulo têm 45 minutos de duração e as do Colégio Estadual Leandro Maciel têm 50 min.

### 3.3 Subprodutos

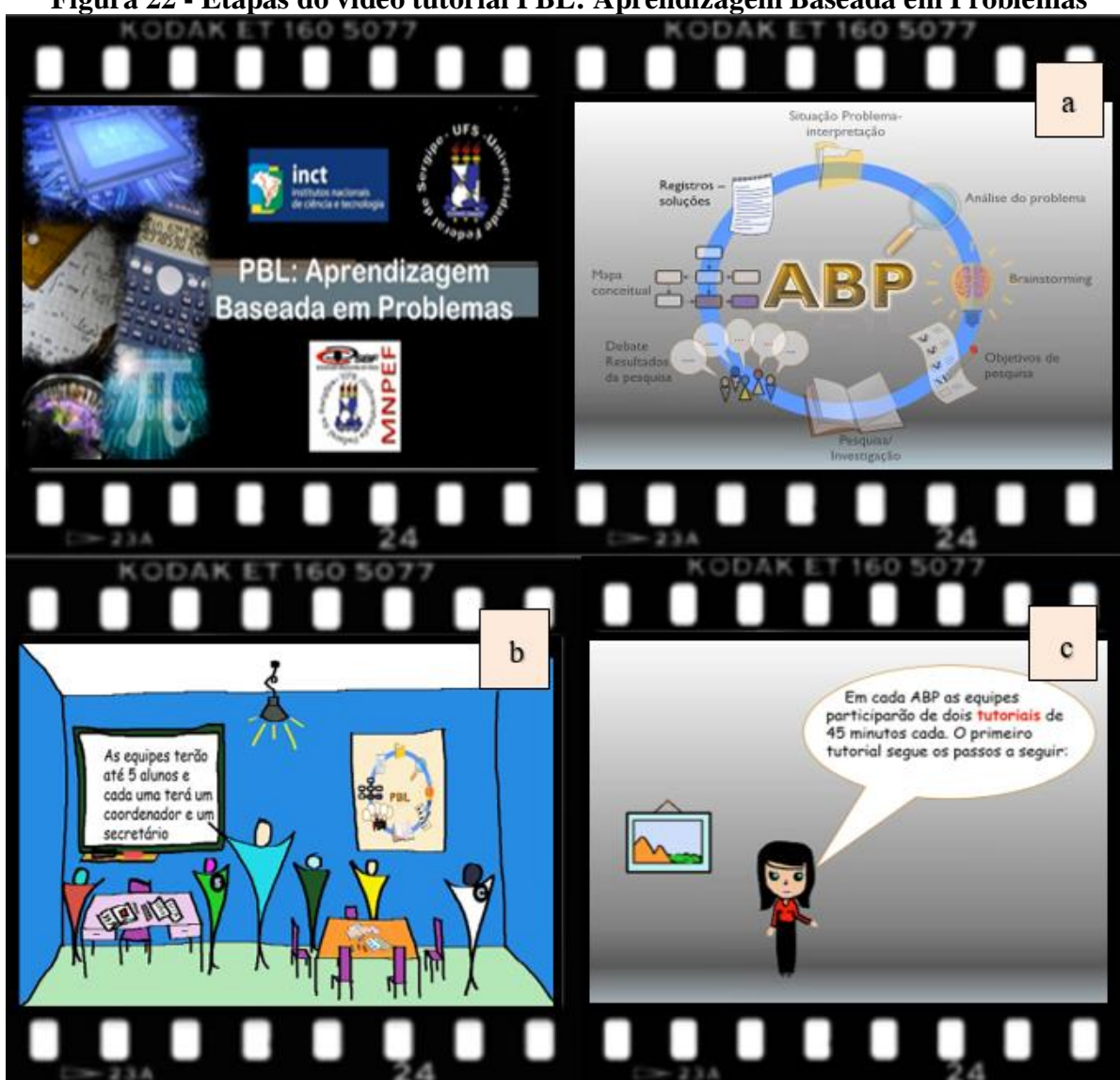
Nesta subseção são apresentadas as ferramentas utilizadas na aplicação do produto e que são de autoria total ou parcial da autora: vídeo tutorial para explicar como funciona a ABP, o papel de cada participante e as etapas da ABP; vídeo tutorial para explicar como elaborar um mapa conceitual, utilizando o Cmap Tools; os textos A Terra observa Marte... e A ISS e lixo espacial em rota de colisão, a serem aplicados em duas sessões de ABP ( aqui denominados de ABP 01 e ABP 02); três roteiros para a realização de atividade investigativa; atividade que exige aplicação dos conceitos trabalhados, com questões de vestibular adaptadas; o jogo Você é um astro ingênuo? e a sequência didática para a aplicação do produto.

### 3.3.1 Vídeo tutoriais

- **Tutorial para a ABP (PBL)**

Um vídeo tutorial<sup>5</sup> (Figura 22) foi produzido com o objetivo de orientar a todos os participantes (professor e alunos) sobre a aplicação da ABP. Esse vídeo apresenta: as etapas de uma ABP; o papel de cada participante e os tutoriais de uma ABP (Quadro 07). Para a confecção dos desenhos, foi utilizado o software livre GIMP (2018), um editor de imagem acessível em sua utilização.

**Figura 22 - Etapas do vídeo tutorial PBL: Aprendizagem Baseada em Problemas**



Fonte: Autoria própria.

<sup>5</sup> Vídeo tutorial do canal do Youtube ASTUTOS-UFS. Fonte: Rodrigues; Scarano Jr, (2019a). Disponível em: <https://youtu.be/w7KVDHioID4>.

**Quadro 7 - Características das etapas a, b e c (mostradas na Figura 22) do tutorial PBL: Aprendizagem Baseada em Problemas**

Como funciona a ABP	Descrição	Tempo
	Vídeo PBL: Aprendizagem Baseada em Problemas	6min 50s
<b>a</b>	Etapas de uma ABP – Apresentação e interpretação da situação-problema; análise do problema; brainstorming; objetivos de pesquisa; investigação; debate com os resultados da pesquisa; construção do mapa conceitual do texto; possível solução do problema e seu registro.	1min 24s
<b>b</b>	Funções de cada participante da ABP – detalha a responsabilidade do tutor e dos componentes da equipe (doravante citado aqui como pares) com um máximo de cinco participantes: o coordenador, o secretário e os demais componentes. O coordenador da equipe é responsável pela organização, participação e controle de tempo. É ele que participa do debate ao final do segundo tutorial, apresentando o mapa conceitual e a solução apresentada pela equipe. O secretário é o escrivão da equipe, preenche as fichas de registro e finaliza o mapa conceitual.	1min 48s
<b>c</b>	Como funciona o 1º tutorial – trata-se da abertura da sessão, que contempla: a leitura do texto e levantamento de termos desconhecidos; o levantamento das questões problema; brainstorming para identificar o que já sabe, o que precisa saber e levantamento de possíveis soluções (hipóteses) para o problema; indicação dos objetivos de pesquisa individual; registro das informações, pelo secretário.	3min 38s
	Como funciona o 2º tutorial – entrega dos resultados da pesquisa individual; debate para o levantamento da possível solução do problema; construção do mapa conceitual da equipe; registro dos resultados, pelo secretário; preenchimento individual da ficha de auto avaliação; apresentação do mapa e solução (pelo coordenador) à turma em um debate.	

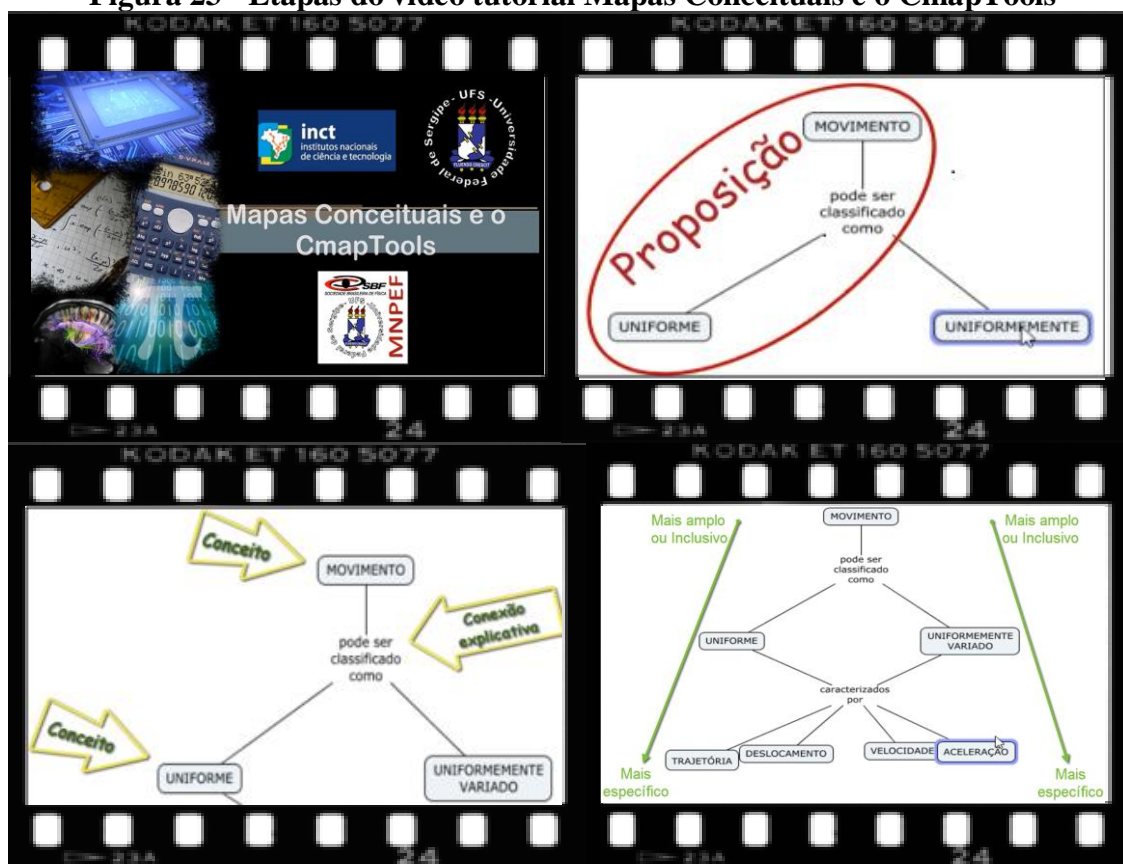
Fonte: Autoria própria.

PBL: Aprendizagem Baseada em Problemas é um vídeo tutorial de seis minutos e cinquenta segundos, que apresenta as etapas de uma ABP, detalha a responsabilidade do tutor, de cada componente das equipes e explica como funcionam os dois tutoriais da ABP, identificando as ferramentas didáticas utilizadas neste processo de aprendizagem.

- **Tutorial para a construção de mapas conceituais com o Cmap Tools<sup>6</sup>**

Com o objetivo de orientar os estudantes para a elaboração dos mapas conceituais, outro vídeo tutorial foi desenvolvido, de título Mapas conceituais e o Cmap Tools (Figura 23). Com uma duração de 2min e 31s, esse vídeo orienta o aluno a construir o mapa conceitual, utilizando um programa de edição gráfica desenvolvido pelo IHMC CmapTools. O seu download na versão 6.02 foi realizado gratuitamente pela internet<sup>7</sup>.

**Figura 23 - Etapas do vídeo tutorial Mapas Conceituais e o CmapTools**



Fonte: Autoria própria.

Para gravar os vídeos utilizamos o programa Camtasia<sup>8</sup> Studio 8. Uma versão gratuita desse software, o Openshot, está disponível na internet<sup>9</sup>.

<sup>6</sup> Fonte: Rodrigues; Scarano Jr (2019b). Disponível em: <https://youtu.be/YBQBpk6wBKs>.

<sup>7</sup> <https://www.baixaki.com.br/download/cmaptools.htm>.

<sup>8</sup> <https://www.techsmith.com/video-editor.html>.

<sup>9</sup> <https://www.openshot.org/download/>

### 3.3.2 Textos

O primeiro texto foi elaborado com a intenção de inserir o contexto da Astronomia e a metodologia do ABP. O segundo texto, tinha como objetivo introduzir o conceito quantidade de movimento e sua conservação. Parte desse texto teve como inspiração o trecho de um artigo da revista Galileu, referenciado no Texto 2 a seguir, e que fala sobre possível colisão de detrito espacial com a Estação Espacial Internacional (EEI).

A estrutura do texto é formada por cinco ou seis parágrafos, quando não está dividido em quadros de imagens. O primeiro parágrafo apresenta o contexto e os personagens principais. Os parágrafos intermediários apresentam informações em que conceitos conhecidos e desconhecidos são inseridos para que o aluno identifique a questão problema da situação apresentada. O texto deve apresentar uma situação problema com ampliação de vocabulário e clareza dos objetivos de aprendizagem, na dimensão do processo cognitivo.

- **Texto 1**

A Terra observa Marte... é um título cuja função é despertar interesse, dialogar com o problema e possuir um texto motivador. Este apresenta como eixo transversal a Astronomia e amplia o vocabulário com termos desconhecidos que, aliados a outros conceitos, buscam essa transversalidade. As disciplinas que compõem o eixo interdisciplinar são a Física, a Geografia e a Biologia, e o seu objetivo é o de chamar a atenção aos movimentos dos corpos celestes e as consequências para a vida terrestre. Os APÊNDICES A e B apresentam a versão (I) e (II), para alunos e professor. A versão do professor tem discriminados os termos possivelmente conhecidos e desconhecidos pelos alunos.




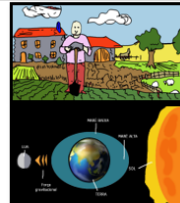
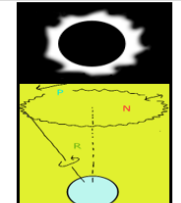
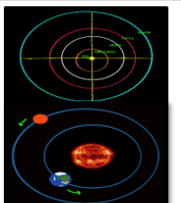
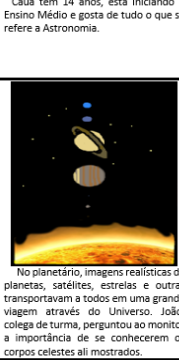
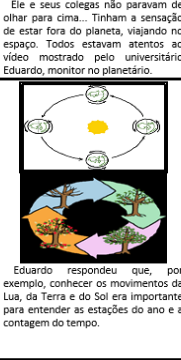
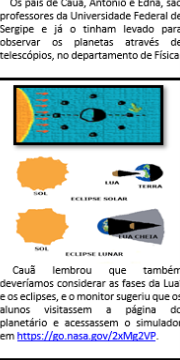



Como organizador prévio, ele busca no conhecimento do aluno os subsunçores necessários à aprendizagem da quantidade de movimento e sua conservação, no contexto da Astronomia. O objetivo é exigir do aluno recordar conceitos como: referencial, trajetória, repouso e movimento, velocidade, aceleração e tipos de movimento, para entender os movimentos no espaço celeste. O formato de história em quadrinhos tem o objetivo de estimular a leitura, incentivando a imaginação. As imagens foram desenhadas utilizando o software livre GIMP 2018<sup>10</sup>. Parte delas foram adaptadas para este texto, para os tabuleiros e cartas do jogo, de fontes que são indicadas na seção 3.3.5.

---

<sup>10</sup> <https://downloads.tomsguide.com/The-Gimp,0301-513.html>

O planetário da Casa da Ciência e Tecnologia da Cidade de Aracaju (CCTECA Galileu Galilei), situada na av. Oviêdo Teixeira e dentro do Parque Augusto Franco (Sementeira), serviu de ambiente para o desenvolvimento da história apresentada, mas há também uma pequena participação da UFS (Universidade Federal de Sergipe) no cenário (Figura 24).

**Figura 24 - Imagem do texto da ABP 01**

 <p>Cauã tem 14 anos, está iniciando o Ensino Médio e gosta de tudo o que se refere a Astronomia.</p>	 <p>Ele e seus colegas não paravam de olhar para cima... Tinham a sensação de estar fora do planeta, viajando no espaço. Todos estavam atentos ao vídeo mostrado pelo universitário Eduardo, monitor no planetário.</p>	 <p>Os pais de Cauã, Antônio e Edna, são professores da Universidade Federal de Sergipe e já o tinham levado para observar os planetas através de telescópios, no departamento de Física.</p>	 <p>Flávia, aluna da turma, disse que o avô explicou a importância desses movimentos para entender o fenômeno das marés, que influenciam os ciclos da agricultura. João perguntou como se dá essa influência e se os movimentos da Terra seriam os de rotação e de translação.</p>	 <p>A rotação e a translação são os movimentos de maior influência sobre a humanidade, mas há variações do movimento de rotação da Terra, como é o caso da precessão e da nutação. Então como saber e explicar se a face oculta da Lua pode ser considerada a face escura dela?</p>	 <p>O monitor apresentou o "blog" do planetário e os alunos ficaram curiosos com um simulador de órbitas de planetas, no link <a href="https://bit.ly/2Qijf6j">https://bit.ly/2Qijf6j</a>. Eles observaram atentamente as órbitas da Terra e de Marte para responder o desafio lançado pelo monitor.</p>
 <p>No planetário, imagens realísticas de planetas, satélites, estrelas e outras transportavam a todos em uma grande viagem através do Universo. João, colega de turma, perguntou ao monitor a importância de se conhecerem os corpos celestes ali mostrados.</p>	 <p>Eduardo respondeu que, por exemplo, conhecer os movimentos da Lua, da Terra e do Sol era importante para entender as estações do ano e a contagem do tempo.</p>	 <p>Cauã lembrou que também deveríamos considerar as fases da Lua e os eclipses, e o monitor sugeriu que os alunos visitassem a página do planetário e acessassem o simulador em <a href="https://go.nasa.gov/2xMg2VP">https://go.nasa.gov/2xMg2VP</a>.</p>	 <p>Todos teriam que traçar na linha do céu da imagem (figura), o movimento de Marte visto da Terra. E então, com os argumentos adequados, explicar a resposta à pergunta: o planeta Marte se aproxima ou se afasta da Terra?</p>	<p>1.</p>  <p><a href="https://go.nasa.gov/2xMg2VP">https://go.nasa.gov/2xMg2VP</a></p>	<p>2.</p>  <p><a href="https://bit.ly/2Qijf6j">https://bit.ly/2Qijf6j</a></p>

Fonte: Autoria própria.

Os conceitos prévios evocados pela história desse texto devem ser: planetário, planetas, satélites, estrelas e corpos celestes. Os termos Astronomia, telescópios, movimentos da Lua, da Terra e do Sol, estações do ano, fases da Lua, eclipses, marés, rotação e translação podem ser conhecidos por alguns alunos ou não por outros, mas despertam o interesse e estimulam a pesquisa na aprendizagem dos movimentos celestes e suas consequências. Os conceitos face oculta da Lua, precessão, nutação e movimento de Marte em relação à Terra fazem parte do desafio, compõem a questão problema a ser resolvida pelas equipes.

Links e QR Codes permitem que os alunos acessem um vídeo da NASA e um simulador de órbitas, inseridos no texto com o objetivo de complementar a aprendizagem das fases da Lua, da órbita da Terra e da órbita de Marte. Eles podem ser acessados através do blog do planetário da CCTECA e são: o vídeo da NASA<sup>11</sup>(LRO, 2016), que permite a observação das fases da Lua durante todo o ano de 2016; o simulador interativo Astronoo<sup>12</sup>(ASTRONOO, *s.d.*), que mostra as órbitas de asteróides próximos aos planetas Terra e Marte, e permite a comparação das órbitas dos planetas ao redor do Sol.

<sup>11</sup> <https://go.nasa.gov/2xMg2VP>.

<sup>12</sup> <https://bit.ly/2Qijf6j>.

O último quadrinho da história apresenta uma imagem que solicita de cada equipe a projeção da posição de Marte no céu, do ponto de vista da Terra em movimento. A ideia é que ao utilizar o simulador Astronoo os alunos possam perceber o movimento retrógrado de Marte em relação à Terra, e compreender a trajetória resultante das sucessivas posições de Marte na imagem.

Para ajudar na introdução da metodologia da ABP e na compreensão dos novos conceitos, foi utilizado um texto auxiliar Movimentos da Terra (PENA, *s.d.*), que está no ANEXO A, retirado do portal Brasil Escola<sup>13</sup>. Os vídeos Movimentos da Terra<sup>14</sup> e Como funciona a influência da Lua nas marés<sup>15</sup> fazem parte do texto auxiliar.

- **Texto 2**

A ISS e lixo espacial de rota de colisão, cujo texto está no APÊNDICE C, faz parte da ABP 02 e possui perfil semelhante ao da ABP 01: deve despertar interesse; o título precisa dialogar com o problema; ser motivador; apresentar como eixo transversal a Astronomia e ampliar o vocabulário. As disciplinas que compõem o eixo interdisciplinar do texto são a Física, a Geografia e a Biologia, e o objetivo é estimular a aprendizagem do conceito Quantidade de movimento e sua conservação.

A história é uma continuação do texto da ABP 01 e aconteceu na CCTECA Galileu Galilei, mas nesse caso se desenvolveu em outros ambientes dela, através de um tour virtual na ISS<sup>16</sup>, no link fornecido pelo blog do planetário, e na sala principal da CCTECA, em que há um grande pêndulo de Newton.

Os termos altitude, velocidade média, princípio da Inércia, força, tripulantes, planetário e propulsores devem fazer parte do conhecimento prévio do aluno, mas há aqueles conceitos que podem ou não ser de conhecimento dos estudantes, como: Estação Espacial Internacional (ISS), tour virtual, órbita, astronautas, lixo espacial, energia e colisão. Os termos desconhecidos e que têm relação próxima na busca pela solução do problema são microgravidade, pressão, SAFER<sup>17</sup> ou auxílio simplificado para resgate de EVA, direção do movimento, quantidade de movimento e pêndulo de Newton. A metodologia ABP permite que o aluno pesquise qualquer conceito do texto e participe da troca de conhecimento na equipe.

---

<sup>13</sup> <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/movimentos-terra.htm>

<sup>14</sup> Fonte: Tudo para o professor (2013). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=QyXxDXp0udM>

<sup>15</sup> Fonte: Nexo Jornal (2017). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=sYss-N7EnEw>

<sup>16</sup> Fonte: Multimedia, [s.d.]. Disponível em: <http://esamultimedia.esa.int/multimedia/virtual-tour-iss/>

<sup>17</sup> Simplified Aid For EVA Rescue (SAFER) ou Auxílio simplificado para resgate em atividade extra veicular - Extravehicular Activity (EVA)

Para compor a história foram utilizadas algumas informações de um artigo de cinco de setembro de 2018, na revista Galileu<sup>18</sup>. Essas informações foram usadas no desenvolvimento da primeira metade do terceiro parágrafo. Nela se fala da queda de pressão, do orifício na estação espacial atingida por detrito espacial e da estimativa de tempo para o interior da estação ficar sem ar.

O texto da ABP 02 também propõe a realização de experimentos com bolas de diferentes tamanhos e massas. Dois dos experimentos utilizam uma bola de volei e outra de tênis, e o terceiro experimento utiliza o pêndulo de Newton. Os roteiros dos experimentos e os vídeos são apresentados na subseção 3.3.3, elaborados ou pesquisados especificamente para o desenvolvimento dos experimentos. A Figura 25 apresenta a imagem das propostas de realização de experimentos para a aprendizagem da Quantidade de movimento e sua conservação.

**Figura 25 - Imagem dos experimentos da ABP 02**



Fonte: Autoria própria.

### 3.3.3 Experimentos

No segundo ABP o texto sugere que os alunos realizem testes com bolas de diferentes massas, e com o pêndulo de Newton (Figura 25). Para isso foi gravado um vídeo<sup>19</sup> (imagem na Figura 26) mostrando o primeiro experimento com bolas de volei e tênis, além de roteiros (APÊNDICE D) com seqüências na forma de questionamentos, para a realização das atividades investigativas (Figura 27). O produto disponibiliza um vídeo da PontoCiência, de título Brincando com o Pêndulo de Newton<sup>20</sup>, que apresenta testes com o pêndulo de Newton (Figura 28). O roteiro com a seqüência para esse experimento está no APÊNDICE E.

<sup>18</sup>Fonte: Buraco espacial foi feito de propósito, dizem russos. Revista Galileu, 5 nov. 2018. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2018/09/buraco-em-estacao-espacial-foi-feito-de-proposito-dizem-russos.html>.

<sup>19</sup> Fonte: Rodrigues; Scarano Jr (2019c). Disponível: <https://youtu.be/FdzyehP--gk>.

<sup>20</sup> Fonte: Pontociência (2010): Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=tG65CGR1adU>.

**Figura 26 - Imagem de um trecho do vídeo do experimento na CCTECA**



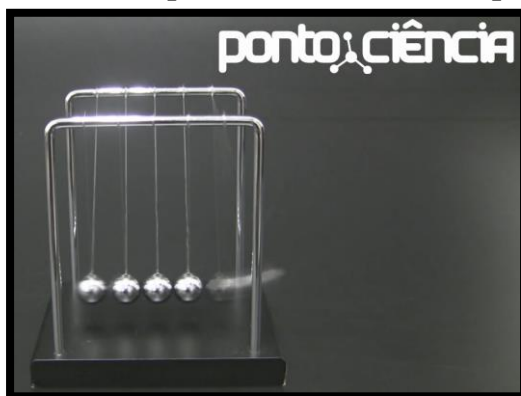
Fonte: Autoria própria.

**Figura 27 - Imagem dos roteiros de experimentos com: bolas de vôlei, tênis e pêndulo de Newton**



Fonte: Autoria própria.

**Figura 28 - Imagem do vídeo que orienta o terceiro experimento da ABP 02**



Fonte: Ponto Ciência (2010).

- **Experimento 1**

O primeiro experimento trata da queda simultânea de uma bola de volei e uma bola de tênis, de uma mesma altura, simultaneamente. O objetivo é comparar as suas velocidades de queda e de subida, analisando as possíveis interferências. As questões para análise são:

Questão 1: quem chega primeiro ao chão?

Nesse caso, ao realizar o experimento, as equipes deverão perceber que as bolas chegam aproximadamente no mesmo instante ao chão, considerando que a resistência do ar sobre as bolas é desprezível.

Questão 2: o que podemos observar sobre as velocidades das bolas a cada instante, durante a queda?

Como as bolas foram abandonadas de uma mesma altura, a partir do repouso, e estão submetidas à mesma aceleração (aceleração da gravidade), a cada instante elas estarão a uma mesma altura e com a mesma velocidade.

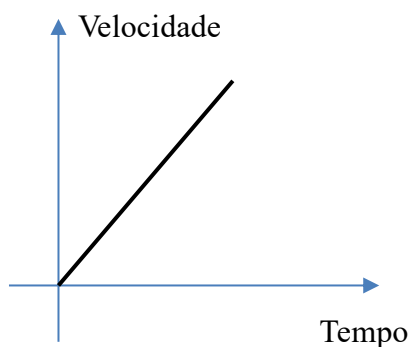
Questão 3: esboce o gráfico da velocidade em função do tempo, para cada uma das bolas:

Os gráficos serão iguais, pelos motivos já explicados na resposta da segunda questão. A curva é obtida a partir da função horária da velocidade no movimento retilíneo uniformemente variado:

$$V = V_0 + a \cdot t \quad (3.1)$$

Como  $V_0 = 0$  e  $a = g$ (aceleração da gravidade):

**Gráfico 1 - Velocidade em função do tempo para a queda das bolas de volei e de tênis**



Fonte: Autoria própria.

Questão 4: após o impacto com o solo, como as bolas saem, com velocidades iguais ou diferentes?

Se no impacto forem desprezadas as perdas de energia de movimento das bolas, elas voltarão com velocidades iguais. As equipes deverão observar se as bolas sobem juntas e estão, a cada instante, a uma mesma altura. Caso a diferença de altura máxima atingida pelas bolas seja considerável, aquela que atingiu maior altura saiu do impacto com o chão com maior velocidade.

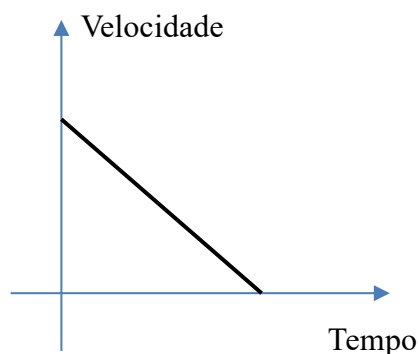
Questão 5: o que podemos observar sobre as velocidades das bolas a cada instante, durante a queda?

Se as bolas saíram do chão com velocidades iguais, submetidas à mesma aceleração (da gravidade) e desprezada a resistência do ar, a velocidade de cada uma será igual à da outra no mesmo instante.

Questão 6: esboce o gráfico da velocidade em função do tempo, para cada uma das bolas:

Usando a função da velocidade apresentada na questão 3 e lembrando que o movimento de subida é retardado, a curva para a velocidade em função do tempo seria:

**Gráfico 2 - Velocidade em função do tempo para a subida das bolas após o primeiro impacto com o chão**



Fonte: Autoria própria.

• **Experimento 2**

O segundo experimento trata da queda simultânea de uma bola de tênis e uma bola de volei, com a bola de tênis sobre a bola de volei. O objetivo é analisar a colisão entre as bolas, após atingirem o chão.

Questão 1: elas têm a mesma velocidade no instante de impacto? Explique:

A bola de tênis percorre uma distância vertical ligeiramente menor do que a bola de volei, mas se desprezarmos essa diferença a velocidade com que as bolas chegam ao chão é a

mesma, pelos motivos já explicados no experimento 1: foram abandonadas de uma mesma altura, submetidas à mesma aceleração.

A resposta para as questões 2 a 5 está logo a seguir:

Questão 2: após o rebote elas saem com a mesma velocidade? Explique:

Questão 3: a velocidade da bola de tênis, após o rebote, é igual à velocidade antes do rebote? Como explicar?

Questão 4: se a velocidade da bolas é a mesma antes e imediatamente após o impacto com o solo, como é que a bola de tênis consegue subir a uma altura maior do que aquela da qual foi abandonado?

Questão 5: explique o que acontece com a quantidade de movimento de cada uma das bolas após o rebote:

Se na colisão da bola de volei com o chão não houver perda de energia considerável, ela inicia a subida com a mesma velocidade com que atingiu o chão. Na subida ela colide com a bola de tênis e elas trocam quantidade de movimento entre si. As bolas têm a mesma velocidade no chão, mas a massa da bola de volei é maior, então a sua quantidade de movimento é maior. Ao colidir com a bola de tênis, e trocar quantidade de movimento (supondo o conjunto bolas volei + tênis um sistema isolado), a bola de tênis sai com a quantidade de movimento que a bola de volei tinha. Então ela começa a subida com velocidade maior do que a velocidade com que terminou a descida, e atingirá uma altura maior do que aquela da qual foi abandonada.

### • Experimento 3

Esse é o experimento do pêndulo de Newton. A seguir são apresentadas as questões.

Questão 1: ao abandonar uma esfera mo pêndulo de Newton, o que acontece?

Questão 2: por que apenas uma esfera sai em movimento?

Questão 3: o que muda quando se abandonam duas ou mais esferas, ao invés de apenas uma? Explique:

Questão 4: por que as esferas intermediárias não se movimentam?

Questão 5: explique o que acontece com a quantidade de movimento de cada esfera durante os impactos;

Questão 6: do que depende a quantidade de movimento de cada bola após o impacto entre duas delas?

As respostas para essas questões estão na seção 2.5. A análise do experimento deve acontecer lembrando que aqui também há aproximações a serem feitas. Considerando um sistema ideal, em que a colisão é perfeitamente elástica, e que durante a colisão o sistema é

considerado isolado, para a colisão frontal entre esferas de massas iguais haverá a troca de velocidades. Logo, quando duas esferas são abandonadas simultaneamente há troca de quantidade de movimento nas colisões, e saem duas esferas com massa total igual à massa total inicial.

### **3.3.4 Atividade de consolidação do conceito quantidade de movimento**

Após a aplicação das duas ABPs, do debate sobre as soluções apresentadas e sobre os mapas conceituais construídos pelas equipes, utiliza-se uma aula para a consolidação do conceito da Quantidade de Movimento e sua conservação em sistemas isolados. Além de se explicar a teoria da seção 2.4, são solicitados exemplos de aplicação, no contexto da Astronomia e do cotidiano de todos. Em seguida, utilizando o método PPC (Pense, Pareie e Compartilhe), os alunos devem trabalhar em duplas, na resolução e explicação das questões da atividade no APÊNDICE F. Essas questões exigem do aluno processos cognitivos que vão desde a aplicação até a avaliação. As questões 1 e 3 exigem aplicação de conhecimento e análise, e a questão 2 exige avaliação (julgamento). Na seção 4.2.8 há a descrição da sétima aula, em que o PPC é explicado.

### **3.3.5 Jogo Você é um astro ingênuo?**

Através da competição entre equipes, esse jogo solicita respostas a questões que exigem desde a recordação até a criação de situações e possíveis soluções, envolvendo todos os conceitos trabalhados na aplicação do produto, principalmente o conceito Quantidade de Movimento e sua conservação.

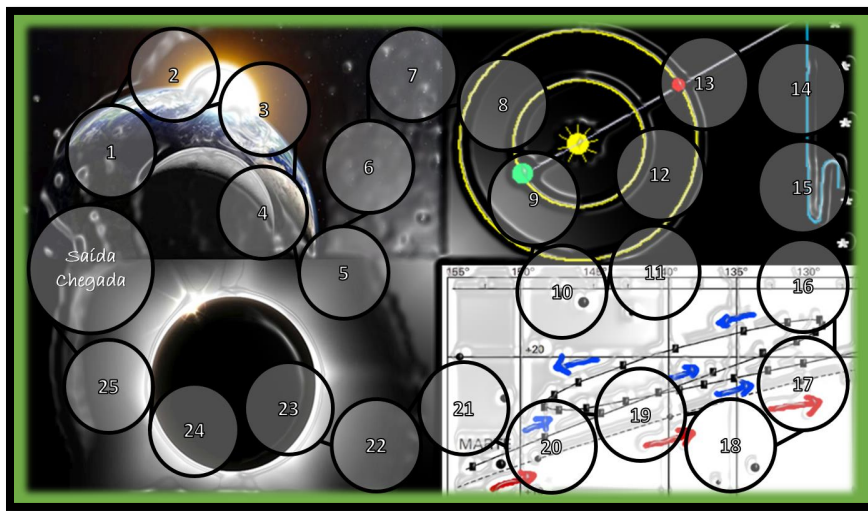
Didaticamente, há dois objetivos: o primeiro é avaliar o conceito da Quantidade de Movimento e de sua conservação em sistemas isolados, a partir da análise de movimentos na superfície do planeta e no espaço, da relação entre os corpos e de contextos da Astronomia; o segundo objetivo é desenvolver a interação entre os alunos. O material convidativo e as regras do jogo são as ferramentas que permitem criar um ambiente colaborativo. Quando os componentes da equipe participam, pesquisando e contribuindo para vencer o desafio, desenvolvem a sua autonomia, mas também o respeito ao próximo, através da cooperação entre os participantes.

O jogo Você é um astro ingênuo? é composto por algumas peças: cartelas ou tabuleiros, envelopes e cartas com questões, peões (botões), roleta com os níveis cognitivos da taxonomia

de Bloom revisada, spinner com seta e ampulheta. O jogo completo, com os objetivos, peças e regra estão no APÊNDICE G.

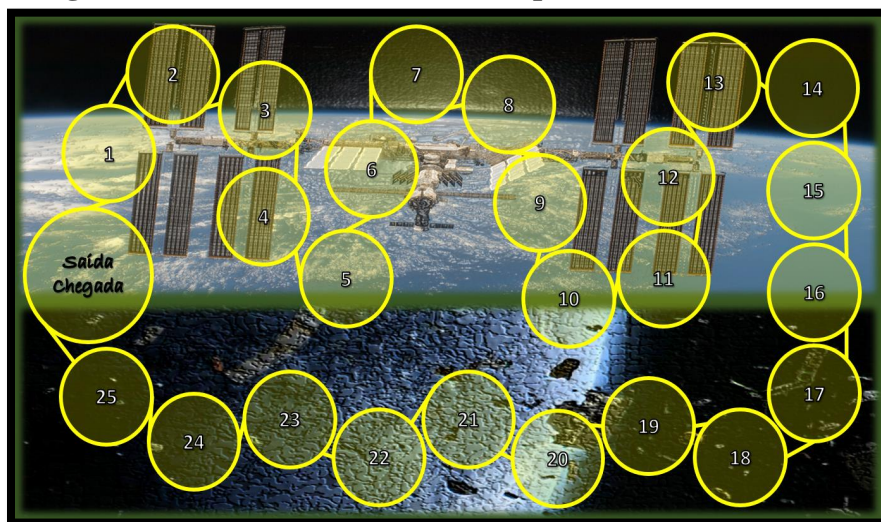
O jogo tem dois tabuleiros, que foram impressos em papel couché, no tamanho 40 cm por 23 cm. O primeiro é o tabuleiro A Terra observa Marte... e o segundo, A ISS e lixo espacial em rota de colisão (figuras 29 e 30). A proposta do tabuleiro é de autoria própria, mas suas imagens são adaptadas de fontes indicadas na imagem.

**Figura 29 - Tabuleiro A Terra observa Marte...**



Fonte: Adaptada pela autora, de Albuquerque (2017); Projeto Física (1980); Oliveira Filho; Saraiva (2006).

**Figura 30 - Tabuleiro A ISS e lixo espacial em rota de colisão**

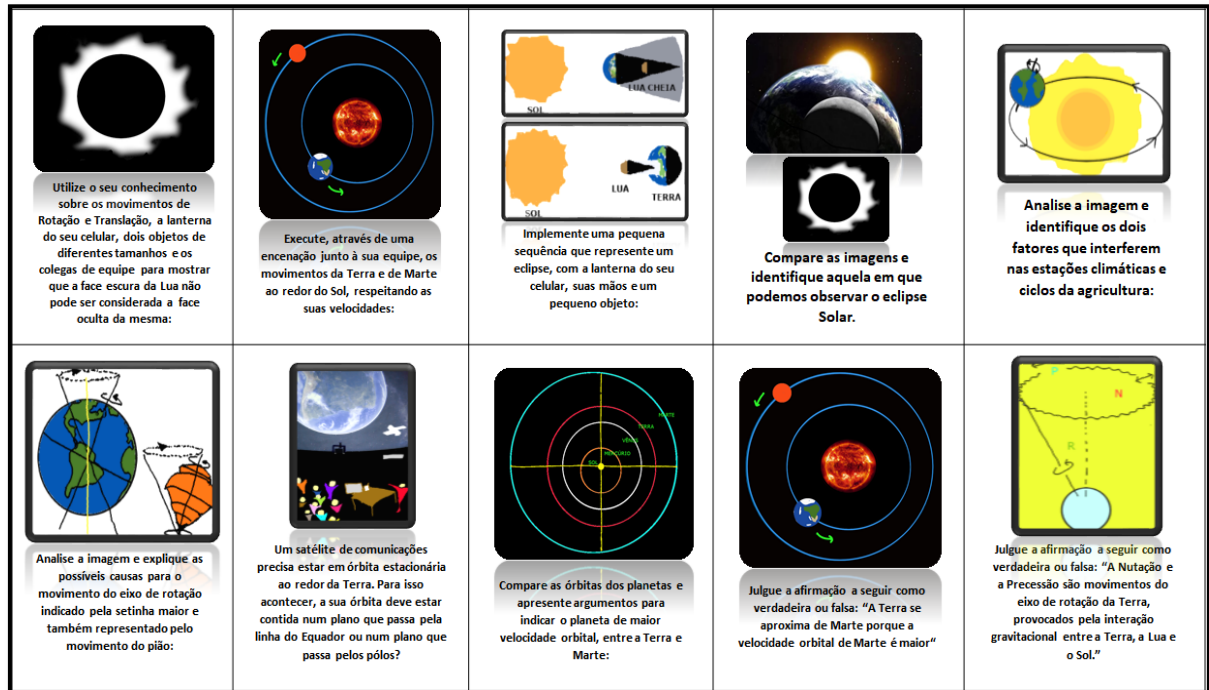


Fonte: adaptada pela autora, de Nusca (2011); Ubiie (2018).

Cada jogo tem seis envelopes de cartas, de 8,5 cm x 5,5 cm, e cada envelope tem uma cor específica, que é a mesma apresentada na roleta de Bloom (25 cm de diâmetro), identificando o nível de cognição exigido na questão. Como exemplo, a cor vermelha representa o nível de cognição recordar ou lembrar, então dentro do envelope dessa cor há cartas com

questões que exigem esse nível cognitivo. A seguir há imagens com algumas cartas dos tabuleiros (Figuras 31 e 32) e, mais adiante, há a relação entre todas as cores e o processo cognitivo equivalente.

**Figura 31 - Cartas do tabuleiro A Terra observa Marte...**



Fonte: Autoria própria.

As questões são de autoria própria, mas algumas imagens são adaptadas ou retiradas de fontes abaixo indicadas<sup>21</sup> e referenciadas ao final deste trabalho.

<sup>21</sup> Parte das imagens das cartas do jogo são retiradas ou adaptadas de:

Fonte: Albuquerque (2017).

Disponível em: <https://www.linha-astral.com.br/eclipse-lunar-7-agosto-2017/>.

Fonte: Avion (2015). Disponível em: <http://todoapulsion.blogspot.com/2015/07/freud-s-1914-recordar-repetir-reelaborar.html>.

Fonte: Estações do ano. [s.d.]. <https://pixabay.com/pt/vectors/esta%C3%A7%C3%B5es-do-ano-ano-%C3%A1rvore-natureza-2019523/>.

Fonte: Leite (2014) Disponível em: <http://sergipeemfotos.blogspot.com/2014/05/orla-por-do-sol-em-aracaju-stand-up.html>.

Fonte: Saraiva; Oliveira Filho (2016). Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/fordif/node8.htm>.

Fonte: WP (2013). Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=45707916>.

Fonte: Eclipse solar (2018). Disponível em: <https://www.significados.com.br/eclipse-solar/>.



Considerando a sequência do nível mais básico de cognição para o nível mais complexo, podemos observar pela roleta a associação: vermelho/recordar, amarelo/entender, verde/aplicar, azul/analisar, rosa/avaliar e lilás/criar. Para representar o jogador, o peão é um botão, que é movimentado sobre o tabuleiro, e a ampulheta determina o tempo que cada equipe tem para responder a pergunta selecionada pela roleta.

Do vermelho ao lilás, o número de pontos que o jogador pode conquistar aumenta. Isso porque aumenta o nível de cognição exigido pela questão. Observe que a área ocupada na roleta por processos cognitivos de ordem superior é menor, o que dificulta a sua seleção e a conquista de pontos.

### 3.3.6 Sequência didática

A sequência didática aqui apresentada tem por objetivo desenvolver o conceito da Quantidade de Movimento e sua conservação, em contextos apresentados pela Astronomia. Nesse processo, os alunos ressignificarão conceitos que são próprios ao estudo da Cinemática, como: referencial, corpo extenso/puntiforme, tempo, espaço, movimento, repouso, velocidade, aceleração e classificação dos movimentos. As conexões entre os movimentos dos corpos celestes (sistema Sol – Terra – Lua) e a vida no planeta permitirão que o aluno desenvolva o conceito da Quantidade de Movimento. O texto auxiliar é impresso ou disponibilizado online pelo Google Classroom<sup>23</sup>, quando possível.

Os problemas e os tutoriais, assim como os blocos de interação e vídeos, devem ser curtos para respeitar o tempo de atenção e concentração dos alunos na sua aplicação, não deixando de trabalhar de forma global o tema escolhido. (SOUSA; ALVES, 2017).

O produto foi aplicado em oito aulas de quarenta e cinco minutos cada, como apresentado na sequência didática no APÊNDICE H.

- **Primeira aula**

No primeiro momento é feita a apresentação da proposta de aula aos alunos e a formação das equipes. A formação das equipes pode acontecer livremente, ou, caso o professor precise interferir no processo, pode utilizar um momento extra classe.

No segundo momento apresentamos o vídeo A formação do sistema solar e da Terra<sup>24</sup>(ALEMDOCOSMOS, 2013), com 3 minutos e vinte segundos. Utilizado como

---

<sup>23</sup> Sala de aula virtual no google. A escola cadastra as turmas para o professor.

<sup>24</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=QIoEcy2bhNI>.

organizador prévio, o objetivo deste é apresentar o espaço celeste, os movimentos de partículas e colisões que fizeram parte da formação do nosso Sistema Solar.

No terceiro momento é feita a apresentação do vídeo tutorial de funcionamento da ABP<sup>25</sup> e do vídeo tutorial de construção do mapa conceitual utilizando o Cmap Tools<sup>26</sup> (RODRIGUES; SCARANO JR, 2019a e 2019b).

O quarto momento é o de aplicação da avaliação diagnóstica 01 (APÊNDICE K), com o objetivo de avaliar os conceitos prévios dos alunos sobre movimentos, o sistema Sol – Terra – Lua, os fenômenos envolvendo o movimento desses corpos e a consequência à vida no planeta. Ela exige um tempo 25 minutos (3,5 minutos por questão).

- **Segunda aula**

Nessa aula acontece o primeiro tutorial da ABP 01 (abertura), que segue os passos indicados no APÊNDICE H. Durante os tutoriais os grupos podem receber sugestões de vídeos e/ou links para pesquisa, em anexo à situação problema, como também podem usar o material didático aplicado em sala, e acessar a internet para usar as ferramentas do portal educacional, a depender da escola.

O problema trabalha os movimentos e suas características no Sistema Solar. O texto auxiliar (ANEXO A), Movimentos da Terra (PENA, *s.d.*), disponibiliza dois links e os respectivos QR codes, para o acesso aos vídeos Movimentos da Terra (TUDOPARAOPROFESSOR, 2013) e Como funciona a influência da Lua nas marés (NEXOJORNAL, 2017). As equipes devem preencher a ficha de registro – seção 1 (APÊNDICE I) até o final da aula.

- **Terceira aula**

Nessa aula acontece o segundo tutorial da ABP 01 (fechamento), cuja função é apresentar os resultados da pesquisa individual à equipe. Os alunos apresentam os resultados (e fontes de pesquisa) por escrito à sua equipe, fazem uma breve discussão, reformulação e fechamento de uma possível solução. Depois a equipe preenche a ficha de registro – seção 2 (APÊNDICE I), com os resultados da pesquisa e confirmação ou não das hipóteses.

A equipe deve construir um mapa conceitual, com os conceitos identificados no primeiro texto, como atividade extra classe e terminar durante a terceira aula. Em seguida a equipe o apresenta para a turma, participando de um debate com todas as equipes e o tutor.

- **Quarta aula**

---

<sup>25</sup> Fonte: <https://youtu.be/w7KVDHioID4> e <https://youtu.be/w7KVDHioID4?t=19>.

<sup>26</sup> Fonte: <https://youtu.be/YBQBpk6wBKs>.

Segue o mesmo roteiro apresentado na segunda aula, trabalhando conceitos como a classificação de movimentos, aceleração, massa, quantidade de movimento e sua conservação. Observe o APÊNDICE H.

- **Quinta aula**

Na quinta aula as equipes debatem, recebem orientações sobre o preenchimento das fichas, construção dos mapas conceituais e sobre a realização das pesquisas individuais. Em seguida as equipes devem realizar três experimentos com colisões envolvendo bolas de vôlei, tênis e o pêndulo de Newton. Para isso utilizam-se de vídeos<sup>27</sup>, um do experimento 2 e outro do pêndulo de Newton (PONTOCIÊNCIA, 2010) e roteiros (APÊNDICES D e E).

- **Sexta aula**

No segundo tutorial da ABP 02 as equipes seguem os mesmos passos da terceira aula. Por fim, a equipe deve preencher também uma ficha de auto avaliação (APÊNDICE J), sobre a participação de cada componente no processo. Os alunos podem fazer atividades extraclasse do material didático. Essas atividades podem ser discutidas, entre os alunos da turma, em um grupo nas redes sociais (por exemplo, o WhatsApp), ou o professor pode debater sobre as mesmas na sétima aula (se considerar necessário, utilizar aula extra), com toda a turma.

- **Sétima aula**

Como aula de consolidação, nesta o professor precisa trabalhar os conceitos de quantidade de movimento e a conservação da quantidade de movimento. Após um pequeno debate envolvendo as soluções dos problemas e os mapas conceituais apresentados, o tutor esclarece as dúvidas dos alunos. Em seguida eles realizam, em duplas, uma atividade que envolve análise teórica, aplicação de cálculo e avaliação de gráfico. O objetivo é que sigam uma proposta simples: PPC (pense, pareie e compartilhe). Para cada pergunta da atividade, os alunos seguem três passos: lêem a questão e pensam sobre a mesma, comparam os resultados, a compreensão e a estratégia de resolução com o parceiro, para em seguida compartilhar com a turma. A lista com as três questões estão no APÊNDICE F.

- **Oitava aula**

Na última aula as equipes participam do jogo Você é um astro ingênuo? (APÊNDICE G). Primeiro escolhe-se um representante, que pode ser qualquer aluno. Durante o jogo, após a leitura da questão e iniciada a contagem do tempo, ninguém pode se comunicar utilizando sons.

---

<sup>27</sup> Links indicados na seção 3.3.3, disponíveis em: <https://www.youtube.com/watch?v=tG65CGR1adU> e <https://youtu.be/FdzyehP--gk>. Fonte Rodrigues; Scarano Jr (2019c).

É permitido usar mímica, mensagens em papel e celular. O jogo não funciona apenas como ferramenta de avaliação. Ele estimula o aluno à pesquisa e ao trabalho em equipe durante a competição, logo também é uma ferramenta de aprendizagem.

A avaliação diagnóstica 02 (APÊNDICE L) exige a participação individual do aluno e é aplicada ao final da aula. Caso as equipes queiram utilizar toda a aula para jogar, o professor deve aplicar a avaliação em outra aula.

## 4 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO PRODUTO

Este produto (ANEXO B) foi aplicado no mês de outubro: no Colégio de Estudos Integrados (COESI) e no Colégio Módulo, ambos da rede particular. A aplicação do produto teve uma duração de três a quatro semanas, a depender do número de aulas semanais na escola (duas ou três). Semanalmente, no COESI, há duas aulas, e no Colégio Módulo, três aulas. No Colégio Estadual Leandro Maciel a aplicação do produto iniciou 30 de novembro e terminou em 21 de dezembro. Como eles têm três aulas semanais, e a professora acrescentou uma aula para pesquisa, tiveram ao todo nove aulas.

### 4.1 Etapas Obrigatórias e Optativas

O produto foi dividido em três etapas principais: apresentação de organizadores prévios, inserção do contexto da Astronomia e a aprendizagem do conceito Quantidade de movimento e sua conservação. Há partes das duas primeiras etapas que podem ser dispensadas pelo professor, a depender do tempo disponível à aplicação da sequência didática ou do objetivo para a aprendizagem dos alunos. As etapas optativas são:

- A formação de equipes

Nessa experiência, a formação de equipes exigiu uma pesquisa prévia, com a turma, de alunos que tinham o perfil de liderança e de habilidade de organização e escrita.

- Vídeo tutorial Mapas Conceituais e o Cmap Tools

A exibição do vídeo tutorial Mapas Conceituais e o Cmap Tools é parte da primeira aula, e pode fazer parte do conhecimento prévio do aluno que já viu ou trabalhou com mapas conceituais.

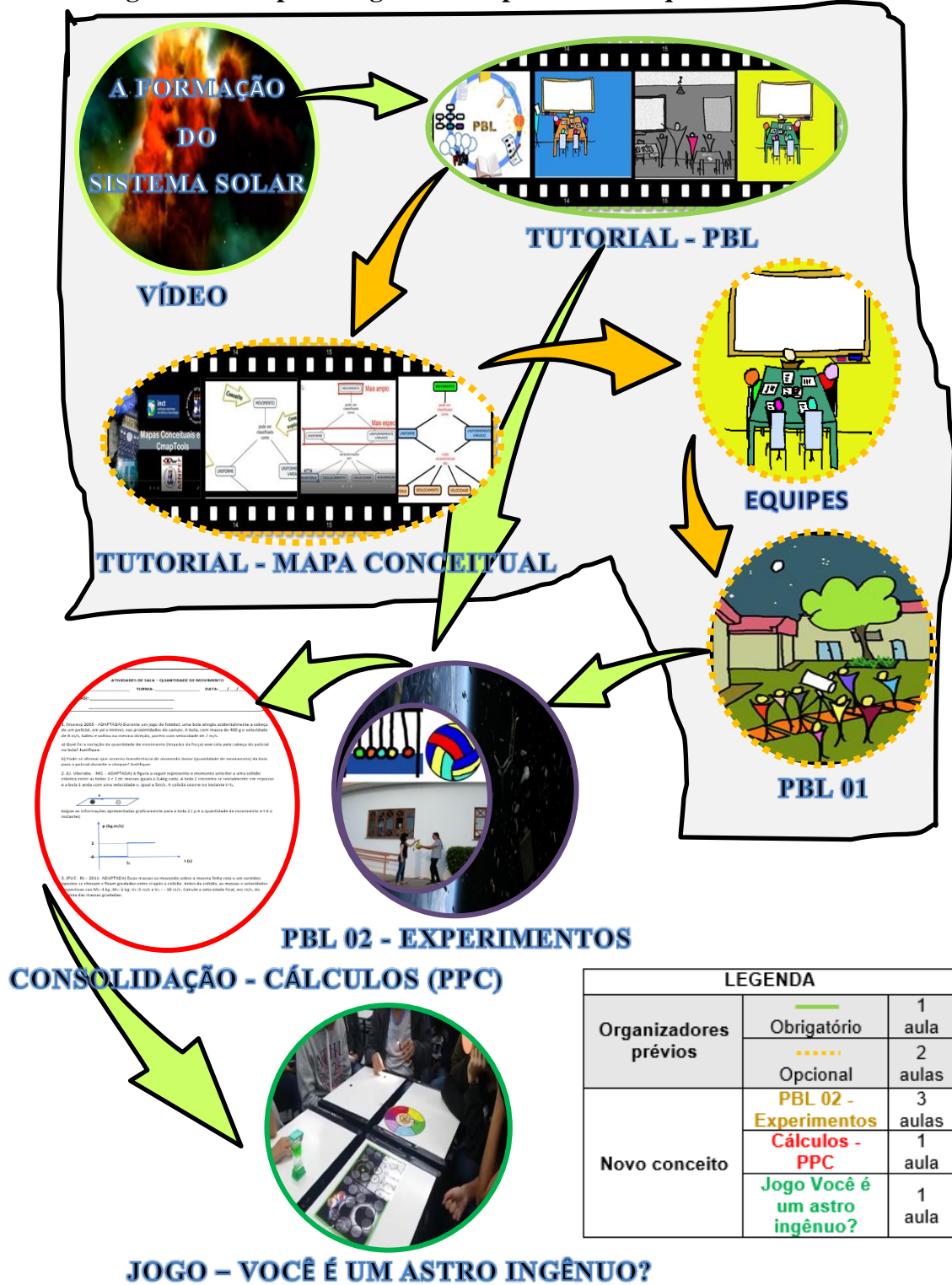
- O texto A Terra observa Marte... e a ABP 01

O objetivo da primeira ABP é, além de experimentar a metodologia pela primeira vez, apresentar o contexto da Astronomia e buscar nos alunos conceitos de movimentos dentro desse contexto. Como ele ainda não insere o conceito da quantidade de movimento e sua conservação, é possível abdicar do mesmo.

Os textos, as fichas de registro, de auto avaliação e os roteiros para a realização dos experimentos foram impressos, mas o vídeo A formação do Sistema Solar, o texto auxiliar da ABP 01 Movimentos da Terra e o vídeo para a realização dos experimentos foram disponibilizados no google classroom em uma das escolas da rede particular. Nas outras escolas o texto auxiliar foi impresso e os vídeos, exibidos com o projetor.

Todas as etapas restantes são obrigatórias. As etapas de aplicação optativas e obrigatórias do produto estão na sequência indicada pela figura 34.

**Figura 34 - Etapas obrigatórias e optativas da sequência didática**



Fonte: Autoria própria.

## **4.2 Descrição da Aplicação e Análise Particular**

Para a aplicação do produto, optamos por dar uma atenção especial à formação das equipes. As turmas têm um número considerável de alunos de inclusão na rede particular, e a ideia era dar mais atenção à sua participação no desenvolvimento dos trabalhos.

### **4.2.1 Formação das equipes**

Nas aulas anteriores à aplicação do produto foram solicitadas das turmas a indicação de oito colegas que tivessem o perfil de liderança, para ser coordenador. O coordenador precisa: respeitar os colegas e ser respeitado pelos parceiros de equipe; ser ágil na realização do trabalho, controlando o tempo; ajudar na realização do trabalho e exigir os resultados de todos para garantir a solução do problema.

As turmas também indicaram oito colegas que tivessem o perfil de um escrivão, para atuar como secretário. Ele precisa: ter uma letra legível e organizada; ser rápido na escrita, ter condições de substituir o coordenador, em caso de necessidade. Se for preciso, o coordenador deverá substituir o secretário ou pedir que um dos componentes da equipe o faça.

Em seguida o tutor formou duplas com um coordenador e um secretário, respeitando as sugestões das turmas, tentando agrupar um aluno e uma aluna. Registrando as oito duplas no quadro, foi solicitado dos outros colegas de turma a inscrição de equipes com até cinco alunos, junto às duplas indicadas no quadro. Foi necessária a interferência do tutor, para evitar a formação de grupos em que a maioria dos colegas não tinha autonomia suficiente para iniciar o desenvolvimento dos trabalhos.

Alguns alunos questionaram a formação dos grupos, resistindo ao fato de ter que cooperar com os colegas de maior dificuldade e preferindo trabalhar sozinhos. Outros alunos testemunharam a alegria de participar ativamente, tomando iniciativas no processo de aprendizagem.

Ao participar, em equipe, da construção de uma possível solução para a questão problema, o aluno: desenvolve a criatividade; o senso crítico e de equipe, de aprendizagem pela pesquisa, significativa e colaborativa; aprende agindo, fazendo e errando; aprende a aprender.

Não se pode esquecer do desenvolvimento das relações interpessoais no ambiente colaborativo. Quando o aluno percebe que é importante para a equipe e contribui para o sucesso

de todos, adquire maior autoestima. Alguns alunos confirmaram essa percepção, quando afirmaram: “na aula em que faço parte de uma equipe eu tenho a necessidade de mostrar que posso contribuir com o trabalho”; “sinto mais vontade em participar da aula como parte de uma equipe do que quando estou sozinho”; “gostaria de agradecer porque estou aprendendo mais, não me sinto entediado”.

#### 4.2.2 Primeira aula

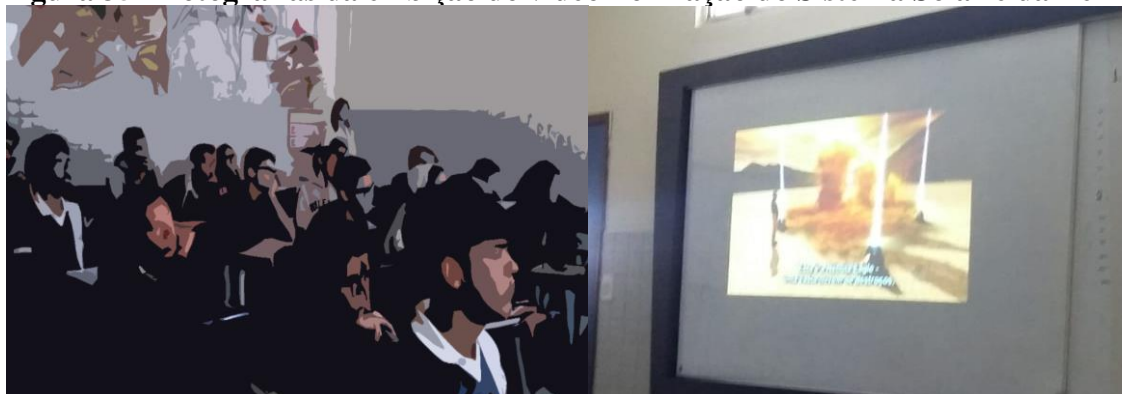
O 1º momento começou com a apresentação do tema à turma, indicando o nome do conceito a ser desenvolvido e a metodologia principal. Em seguida a turma foi orientada para a formação de equipes e assistiu ao vídeo Formação do Sistema Solar e da Terra, que mostra a nebulosa da Águia.

O objetivo era que os alunos se sentissem motivados, se aproximassem do contexto e do conceito apresentados, buscando em sua estrutura cognitiva conceitos relacionados a movimentos. No interior da nebulosa Eagle é ilustrada superficialmente a colisão de partículas interestelares, a formação de estrelas e de outros corpos celestes. Durante a visualização desse vídeo de 3min e 21s, fizemos uma interrupção para chamar a atenção das características dos movimentos, colisões, consequências das colisões e interações gravitacionais com a formação de partículas cada vez maiores.

Os alunos participaram muito bem e gostaram do vídeo. Foi válido fazer questionamentos do tipo: “que tipos de movimento vocês identificaram? Retilíneo, Curvilíneo, Acelerado, Retardado...; há forças, há colisões? O que acontece à medida que as partículas se acumulam e aumentam de tamanho? Há alguma relevância nas colisões entre as partículas, para a vida do ser humano? Qual?”

Em seguida há uma foto da exibição do vídeo em uma das turmas (Figura 35).

**Figura 35 - Fotografias da exibição do vídeo Formação do Sistema Solar e da Terra**

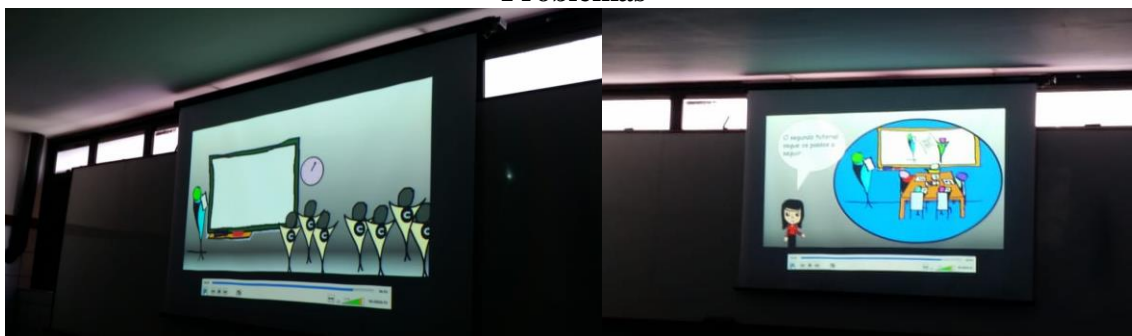


Fonte: Autoria própria.

No segundo momento foi apresentado um vídeo tutorial elaborado e inserido na sequência didática para apresentar as etapas da ABP, orientar sobre o papel de cada componente da equipe e do tutor, e mostrar como como funcionam os tutoriais da ABP. Trata-se de um tutorial criado com imagens desenhadas no Gimp (Figura 36). Os alunos ficaram curiosos com as imagens coloridas e infantis, atentos à mensagem. Muitos alunos ficaram entusiasmados com o fato de o professor ter feito as imagens, o áudio e gravado o vídeo. Eles queriam compartilhar conhecimentos sobre a produção de imagens e vídeos.

O vídeo tem ao todo 6min 50s. Durante a sua apresentação fizemos uma parada, com o objetivo de rever o que foi apreendido (Quadro 08). Considerou-se a possibilidade de que seria melhor dividi-lo em dois vídeos menores, para aplicações futuras: Etapas da ABP - como participar e Estágios da ABP (Quadro 09). Essa consideração foi feita a partir da análise das etapas do produto pelos alunos, avaliação cujos resultados estão na seção 4.4 adiante.

**Figura 36 - Fotografias da apresentação do tutorial PBL: Aprendizagem Baseada em Problemas**



Fonte: Autoria própria.

**Quadro 8 - Etapas da ABP - como participar**

Como funciona a ABP	Descrição <sup>28</sup>	Tempo
	Vídeo - PBL: Aprendizagem Baseada em Problemas – Etapas da ABP – como participar	3min 12s
Etapas da ABP	Etapas de uma ABP – Apresentação e interpretação da situação-problema; análise do problema; brainstorming; objetivos de pesquisa; investigação; debate com os resultados da pesquisa; construção do mapa conceitual do texto; registros e soluções possíveis do problema.	1min 24s

<sup>28</sup> Tutorial no canal do Youtube ASTUTOS-UFS (RODRIGUES; SCARANO JR, 2019).

<p><b>Como participar da ABP</b></p>	<p>Funções de cada participante da ABP – detalha a responsabilidade do tutor e dos componentes da equipe com um máximo de cinco participantes: o coordenador, o secretário e os demais componentes - O líder da equipe é responsável pela organização, participação e controle de tempo. É ele que participa do debate ao final do segundo tutorial, apresentando o mapa conceitual da equipe e a solução apresentada pela equipe. O secretário é o escrivão da equipe, preenche as fichas de registro e constrói o mapa conceitual.</p>	<p>1min 48s</p>
--------------------------------------	--	-----------------

Fonte: Autoria própria.

### Quadro 9 - Estágios da ABP - como funcionam os tutoriais

Como funciona a ABP	Descrição <sup>29</sup>	Tempo
	<p>Vídeo - PBL: Aprendizagem Baseada em Problemas – Estágios da ABP</p>	<p>3min 38s</p>
<p><b>Tutoriais</b></p>	<p>1º tutorial: leitura do texto e levantamento de conceitos desconhecidos; levantamento das questões problema; brainstorming para identificar o que já sabe, o que precisa saber e levantamento de possíveis soluções (hipóteses) para o problema; indicação dos objetivos de pesquisa individual; registro das informações, pelo secretário.</p> <p>2º tutorial – entrega dos resultados da pesquisa individual; debate para o levantamento da possível solução do problema; construção do mapa conceitual da equipe; registro dos resultados, pelo secretário; preenchimento individual da ficha de auto avaliação; apresentação dos mapas e soluções (pelos coordenadores) à turma em um debate.</p>	<p>3min 38s</p>

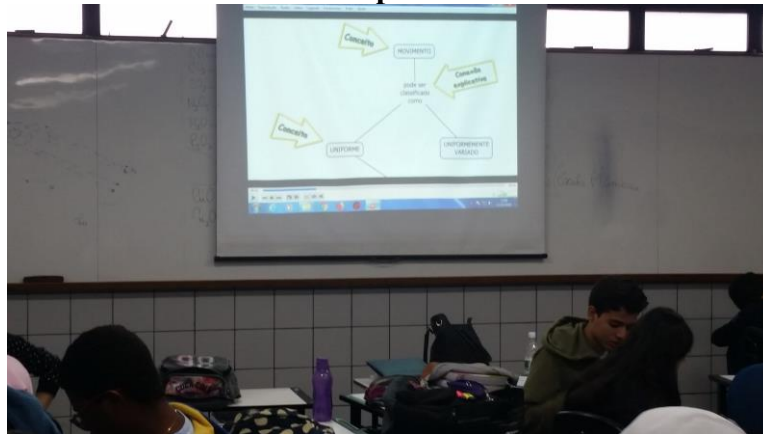
Fonte: Autoria própria.

No terceiro momento um pequeno vídeo tutorial foi exibido, para orientar na construção de um mapa conceitual, utilizando o CmapTools. Naquele momento os alunos afirmaram que

<sup>29</sup> Pode ser acessada diretamente nesse trecho em <https://youtu.be/w7KVDHioID4?t=193>. Fonte: Rodrigues; Scarano Jr (2019)..

o vídeo explicava satisfatoriamente como montar as proposições no mapa conceitual e que era fácil de entender. Em seguida temos uma foto da exposição do vídeo em sala (Figura 37).

**Figura 37 - Fotografia da apresentação do vídeo – tutorial Mapas Conceituais e o CmapTools**



Fonte: Autoria própria.

Em algumas turmas o professor da aula seguinte se disponibilizou para aplicar a avaliação diagnóstica 01. Todas as turmas conseguiram fazer a avaliação antes da segunda aula, que seria a de aplicação do 1º tutorial da ABP 01. Durante a aplicação da avaliação de 7 questões (quatro abertas e 3 objetivas), os alunos afirmaram ter um pouco de dificuldade nas duas últimas. Demoraram em torno de 25 min para resolver a avaliação, mesmo não querendo entregar sem tentar fazer tudo (Figura 38).

**Figura 38 - Fotografia da aplicação da avaliação diagnóstica 01 no Colégio Estadual Leandro Maciel**



Fonte: Autoria própria.

#### 4.2.3 Segunda aula

Na segunda aula aconteceu o primeiro tutorial da primeira ABP. A turma se organizou

em equipes e o tutor leu o texto A Terra observa Marte... (Figura 40). Durante a leitura, os alunos utilizaram marcadores, ou lápis de cor, para selecionar os termos conhecidos e desconhecidos. Também identificaram as questões problema.

**Figura 39 - Fotografia da leitura do texto da primeira ABP no COESI**



Fonte: Autoria própria.

A dificuldade de organização no trabalho em algumas equipes foi evidente, porque os coordenadores queriam concentrar as atividades apenas sob sua responsabilidade ou não queriam orientar os colegas. Houve equipe em que os componentes se acomodaram, esperando os resultados dos colegas, ou se isolaram, considerando que não conseguiriam terminar o trabalho.

Em geral o texto despertou a curiosidade das equipes e os alunos se mobilizaram para terminar de preencher a Ficha de registro – seção 1 dentro do prazo (Figura 41) Alguns alunos tentaram se comunicar com colegas de outras turmas e séries para debater sobre o problema. Criou-se uma atmosfera de competição, para saber quem conseguiria encontrar a melhor solução.

**Figura 40 - Fotografia do 1º tutorial da ABP 01 no colégio Módulo**



Fonte: Autoria própria.

#### 4.2.4 Terceira aula

Nessa aula as equipes trouxeram os resultados da pesquisa individual. Debateram para registrar uma possível solução às questões problema apresentadas no primeiro texto A Terra observa Marte.... Em seguida temos a fotografia tirada pela professora Jessica Pereira Santos, durante a aplicação do produto, em dezembro de 2018, no colégio Estadual Leandro Maciel (Figura 41).

**Figura 41 - Fotografia do debate no 2º tutorial – resultados da pesquisa individual**



Fonte: Santos (2018).

Em todo o processo, a maior dificuldade das equipes esteve na construção dos mapas. Em duas das escolas os alunos não conheciam o mapa conceitual. Na terceira escola parte dos estudantes tinha o hábito de trabalhar com mapas mentais, mas em muitos momentos os confundiram com os mapas conceituais. Os mapas mentais não exigem a relação entre conceitos, as conexões explicativas, a organização e hierarquia solicitadas pelos mapas conceituais. Foi necessário passar por um processo de desconstrução e construção de novas regras, o que provocou resistência por parte das equipes.

Algumas equipes fizeram os mapas à mão, porque não conseguiram instalar o programa no computador em casa ou porque não tinham à sua disposição o computador na escola. Outras equipes usaram aplicativos gratuitos de celular para a construção de mapas mentais. Eles os adaptaram para apresentar o mapa conceitual. Outras usaram o Word ou o PowerPoint.

É possível observar a dificuldade da equipe na construção das conexões explicativas entre os conceitos. Há também a repetição de conceitos, significando a falta de mais linhas de

ligação cruzando o mapa. A equipe tentou respeitar a hierarquia dos conceitos, mas o mapa apresenta a dificuldade na organização das ideias durante a aprendizagem de quem o elaborou.

O fechamento deste encontro se deu com a entrega da ficha de registro – seção 2, com os resultados da pesquisa individual e a solução indicada por cada equipe para o problema encontrado no texto. O mapa conceitual e a solução à situação problema foram apresentados à turma, que debateu junto ao tutor, para análise dos resultados.

É importante lembrar que o tutor precisa orientar as equipes no sentido de impedir que tomem um caminho equivocado durante os debates e na elaboração de uma proposta para a solução do problema.

#### **4.2.5 Quarta aula**

A quarta aula iniciou o primeiro tutorial da ABP 02. Entregamos o texto e a ficha de registro – seção 1 para as equipes entregarem ao final da aula. Da mesma forma que no primeiro tutorial da primeira ABP, nesse as equipes participaram de um brainstorming, tentando definir hipóteses para a situação problema apresentada. As equipes consideraram esse texto mais instigante e lançaram hipóteses inusitadas, indicadas no parágrafo a seguir. A discussão sobre as hipóteses envolveu colegas de séries mais avançadas (segundos e terceiros anos), os pais e até professor da Universidade Federal de Sergipe (UFS).

Nessa ABP as equipes participaram com mais habilidade do que no primeiro tutorial da ABP anterior, preenchendo as fichas após muitos questionamentos durante o brainstorming. As hipóteses lançadas pelas equipes foram bem diversificadas, como por exemplo: “o astronauta volta nadando”; “o astronauta dá um impulso com o pé”; “é só jogar a mochila para trás”; “é só esperar um detrito espacial passar e pegar carona com ele”; “ele pede ajuda de outro astronauta da ISS pelo comunicador”; “precisa fazer um furo no traje para expulsar ar para o sentido contrário”.

#### **4.2.6 Quinta aula**

Entre a abertura (1º tutorial) e o fechamento (2º tutorial) da ABP 02, o tutor utilizou uma parte dessa aula para orientar as equipes, tirando as dúvidas sobre a pesquisa individual, a construção dos mapas conceituais e o preenchimento das fichas. Os alunos precisavam aprender a pesquisar, identificar a fonte de pesquisa e registrar os resultados. Com relação aos mapas

conceituais, precisavam entender a importância das conexões entre os conceitos e a sua hierarquia.

O texto do primeiro tutorial da ABP 02 solicitou a realização de experimentos guiados por roteiros (APÊNDICES D e E). As equipes assistiram vídeos, leram os roteiros, realizaram os experimentos com as bolas de vôlei e tênis, com o pêndulo de Newton e debateram entre si para responder às questões dos roteiros.

Essa foi uma aula apreciada pelos alunos, de muita troca entre os componentes das equipes, que aprenderam a dividir as tarefas, sem deixar de cooperar (Figura 43).

**Figura 42 - Fotografia do momento de orientação na aula de experimentação**



Fonte: Autoria própria.

#### **4.2.7 Sexta aula**

O segundo tutorial da ABP 02 terminou com a entrega da ficha de registro – seção 2 e do mapa conceitual de cada equipe. Alguns mapas estavam mais organizados e detalhados, mas em geral continuaram lineares, sem cruzamento de informações. As proposições de alguns dos mapas ficaram mais coerentes, tentando respeitar a hierarquia de conceitos, mas outros continuaram com dificuldade de realizar as conexões adequadas entre os conceitos, mostrando a falta de conhecimento de significados dos termos encontrados nos textos.

Os alunos preencheram individualmente a ficha de autoavaliação (APÊNDICE J) utilizada no processo de avaliação formativa das equipes. Ao contrário do que se imaginava, os participantes de fato avaliaram os colegas de equipe após a realização das duas sessões de ABP (da segunda à sexta aula).

O debate final foi estimulante, participantes das equipes solicitaram ao coordenador para explicar a solução proposta à situação problema. Várias equipes levaram o problema para turmas de segundo ou terceiro ano do ensino médio, ou para outros professores. Eles utilizaram os experimentos de colisões para tentar encontrar a solução do problema.

#### **4.2.8 Sétima aula**

Essa foi a aula de consolidação, em que o tutor fez um fechamento do conceito Quantidade de movimento e sua conservação, com o que foi apresentado na seção 2.4. Em seguida o tutor fez questionamentos à turma sobre exemplos de aplicação do conceito no cotidiano de todos, e solicitou a resolução da atividade de sala (APÊNDICE F). Os alunos formaram duplas e utilizaram a proposta do PPC.

A questão com exigência de menor nível de cognição e mais fácil para as duplas foi a questão 3, que solicitou do aluno a aplicação do conceito quantidade de movimento e sua conservação, segundo a taxonomia de Bloom revisada. A questão 1 exigiu a análise, e a questão 2 exigiu a avaliação da situação apresentada, envolvendo um gráfico. Nessas duas últimas questões as duplas precisaram interagir mais até fechar a solução junto ao tutor. O tutor aguardava as duplas terminarem de discutir para que compartilhassem a questão com a turma.

Nesse processo, várias duplas naturalmente entraram numa competição, tentando apresentar a resolução das questões em primeiro lugar. A resposta das questões está no APÊNDICE N.

#### **4.2.9 Oitava aula**

Na última aula de aplicação do produto as equipes escolheram um representante, que em geral era o coordenador, para jogar Você é um astro ingênuo?. Foi um momento de muita descontração, participação e competição. Até encenações as equipes tiveram que fazer, para responder às questões exigidas pelas cartas. Como os componentes de uma mesma equipe tinham que interagir sem falar, utilizaram-se de: mímica, mensagens no papel, no quadro e no whatsapp, ajudando uns aos outros na pesquisa. Além de avaliar a sua aprendizagem durante a aplicação do produto, continuaram a aprender durante o jogo, já que podiam trocar informações e pesquisar, utilizando a internet ou os livros didáticos.

O principal objetivo da aplicação desse produto era mostrar ao aluno que ele não está sozinho em sala, que pode interagir e aprender pesquisando, ouvindo, fazendo, experimentando

e ensinando. Como tivemos oito equipes em quase todas as turmas, uma rodada teve oito desafios a serem realizados pelas equipes, o que demandou tempo. Em geral as turmas pediram para jogar novamente, ficando nos intervalos ou solicitando ao próximo professor um tempo de sua aula. A Figura 43 mostra a foto de uma turma do Colégio Módulo participando do jogo.

**Figura 43 - Fotografia da participação das equipes do Módulo no jogo Você é um astro ingênuo? (1)**



Fonte: Autoria própria.

Segundo os alunos, o jogo Você é um astro ingênuo? é visualmente interessante, tem peças coloridas, parte das cartas com imagens desenhadas artesanalmente, e utiliza dois objetos curiosos, um spinner e uma ampulheta. Os participantes querem ver as imagens, testar os dois objetos. As questões exigem dos participantes diferentes níveis de cognição, desde a recordação até a criação, segundo a taxonomia de Bloom. (FERRAZ; BELHOT, 2010)

A Figura 44 mostra uma turma da Escola Estadual Leandro Maciel participando do jogo Você é um astro ingênuo?

**Figura 44 - Fotografia da participação das equipes do Leandro Maciel no jogo Você é um astro ingênuo? (2)**



Fonte: Santos (2018).

### 4.3 Análise Global da Aplicação do Produto Pelos Alunos

A partir da aplicação do questionário de avaliação de satisfação dos alunos (APÊNDICE T), respondido individualmente, observamos que as turmas tiveram um nível de aceitação de 66,4% na aplicação do produto (Tabela 01 e Gráfico 03). Parte dos alunos teve dúvida quanto à aceitação do produto, cerca de 29,7% dos alunos. Quando questionados, afirmaram que eram indiferentes à proposta, ou que tinham restrição com relação à participação do professor na formação das equipes. Entre os que rejeitaram, 3,9% dos alunos, houve aqueles que afirmaram não aceitar trabalhar em grupos que não fossem de sua escolha, ou com colegas de maior dificuldade cognitiva.

É importante lembrar que há vários alunos de inclusão, com dificuldades de aprendizagem que vão desde a dislexia leve ( dificuldade em formar sílabas e atraso na fala são possibilidades de características) até o autismo em grau moderado (o aluno interage pouco com os colegas). Em todas as turmas alunos de inclusão participaram do processo.

**Tabela 1 - Análise global do produto feita pelos alunos**

PERCENTUAL MÉDIO DE ALUNOS – ANÁLISE GLOBAL DA APLICAÇÃO DO PRODUTO			
CONCEITO	BOM	REGULAR	RUIM
%	66,37	29,72	3,89

Fonte: Autoria própria.

**Gráfico 3 - Análise global da aplicação do produto pelos alunos**



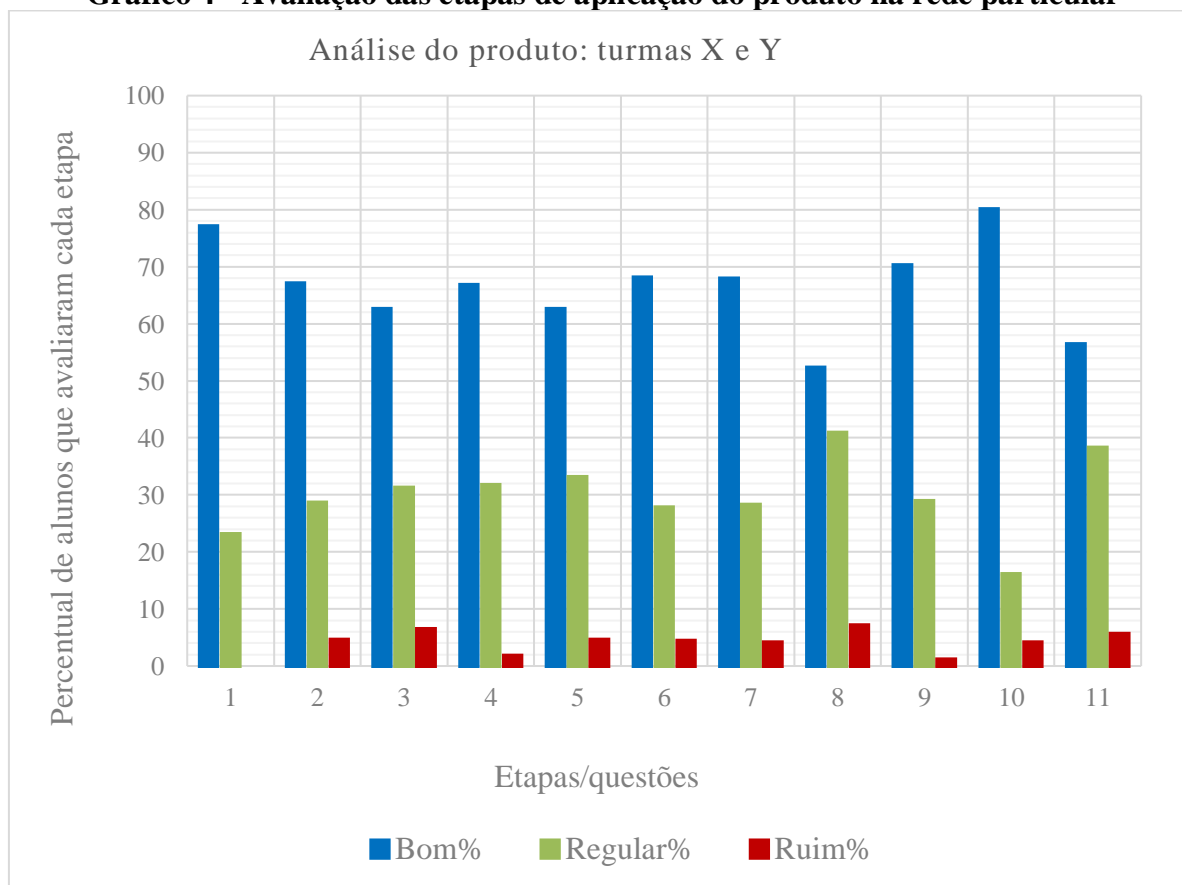
Fonte: Autoria própria.

Entre os que consideraram como boa a experiência do trabalho em grupo, alguns testemunharam, individualmente ou em sala de aula, o prazer em se sentir parte de uma equipe e de ser importante para o sucesso da mesma. Ao mesmo tempo em que o aluno deseja sentir que é indispensável ao grupo, ele também adquire autonomia no processo de pesquisa, organização de dados e construção de argumentação. Além disso, esse aluno aprende a respeitar as diferenças entre os participantes, a ouvir e a falar no momento certo, agindo e até mesmo ensinando sempre que solicitado.

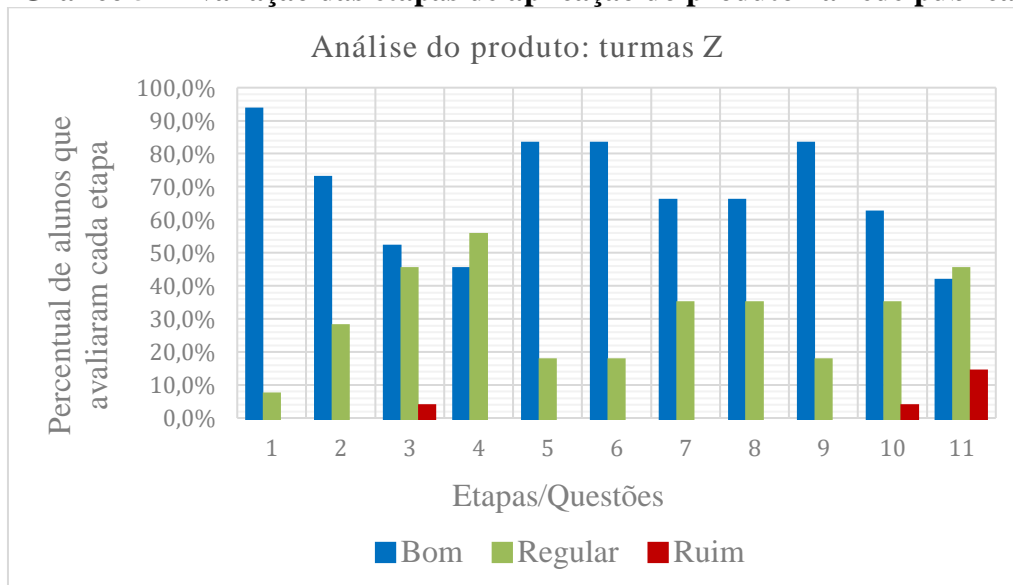
#### 4.4 Análise das Etapas do Produto pelos Alunos

Observamos nos Gráficos 04 e 05 que 77% dos alunos na rede particular e 93,1% dos alunos na rede pública consideraram como bom o vídeo "A Formação do sistema solar e da Terra" (vídeo de apresentação da proposta) na introdução ao estudo da Quantidade de Movimento. O seu papel foi o de organizador prévio, permitindo que os alunos identificassem os subsunçores necessários à aprendizagem do novo conceito.

**Gráfico 4 - Avaliação das etapas de aplicação do produto na rede particular**



Fonte: Autoria própria.

**Gráfico 5 - Avaliação das etapas de aplicação do produto na rede pública**

Fonte: Autoria própria.

Os tutoriais para a aplicação do ABP e confecção de um mapa conceitual foram classificados como bons para um percentual médio de 63% e 67% dos alunos da rede particular, respectivamente. Na rede pública esse percentual foi de 72,4% e 51,7%, mas percebemos que seria melhor dividir o tutorial do ABP em duas partes, e apresentar às turmas apenas a primeira parte, com tempo de aproximadamente três minutos, que explica as etapas da metodologia. Deixaríamos a segunda parte, que explica o papel de cada participante no processo e os tutoriais, para consulta individual.

Nesse processo 67% dos estudantes avaliados na rede particular consideraram as questões da avaliação diagnóstica 01 como sendo de nível acessível, contra apenas 44,8% dos estudantes avaliados na rede pública. Apesar de afirmarem ter dificuldades na resolução da avaliação, a análise dos resultados obtidos com a correção da mesma mostrou que os alunos da rede pública tinham o conhecimento básico necessário para a aprendizagem do novo conceito.

O texto e as imagens do PBL 1 A Terra observa Marte... foram avaliados como bons por 63% e 68% dos alunos na rede particular, contra 82,8% dos alunos na rede pública, considerados de entendimento fácil e convidativo. Outros estudantes preferiram o texto do PBL 2, afirmaram que as imagens não seriam necessárias, o texto em si era estimulante e curioso.

Na aplicação do PBL 2, os experimentos com as bolas de vôlei, tênis e o pêndulo de Newton estimularam bastante a participação das equipes, com 70% e 82,8% dos alunos, respectivamente na rede particular e pública, a considerar como boa a estratégia. Os alunos testaram, pesquisaram e questionaram sobre a quantidade de movimento das bolas e a

conservação da quantidade de movimento durante as colisões das mesmas nos experimentos. O brainstorming no segundo tutorial da aplicação desse PBL foi elucidativo, com a intensa participação das equipes e aprendizagem necessária para a resolução do problema.

O jogo *Você é um astro ingênuo?* foi a etapa do produto analisada pela rede particular como a melhor, com cerca de 80% dos alunos classificando-a como boa. O mesmo promoveu nas turmas uma competição estimulante entre as equipes, em que todos pesquisavam e corriam contra o tempo para debater e criar maneiras para responder aos desafios no tempo exigido. De acordo com a pesquisa, na rede pública o percentual de alunos que consideraram como boa essa etapa foi menor, 62,1%, mas a professora afirmou que os participantes não queriam parar e solicitaram ao professor da aula seguinte para ceder o horário e prosseguir com o jogo.

O trabalho em grupo foi bem aceito por mais da metade dos participantes, mas aqueles que o avaliaram como “Regular” gostariam de escolher os colegas de equipe ou eram introspectivos e resistiram em cooperar. Os grupos foram escolhidos junto com a turma, segundo as habilidades indicadas pelos colegas para os secretários e coordenadores. Dessa forma alguns colegas próximos foram separados para coordenar diferentes equipes.

Durante a aplicação do PBL 2 os grupos já estavam melhor entrosados, com os alunos começando a respeitar as diferenças. Foi um passo importante no desenvolvimento da cooperação e colaboração entre todos. Alguns alunos deram um depoimento, em particular, afirmando que em equipe se sentiam amparados e estimulados a participar ativamente para ajudar aos pares. O momento em que houve maior proximidade entre todos nas equipes aconteceu durante o jogo. A competição ocorreu de maneira agradável, a única preocupação era vencer a disputa.

#### **4.5 Análise das Ferramentas de Avaliação na Aplicação do Produto**

Esta subseção apresenta a análise das ferramentas utilizadas no processo avaliativo durante a aplicação do produto.

##### **4.5.1 Avaliações diagnósticas 01 e 02**

A avaliação diagnóstica 01 teve o objetivo de analisar o conhecimento prévio do aluno e identificar nele os subsunçores necessários à aprendizagem do conceito quantidade de movimento e sua conservação: tipos de movimento e suas características, como referencial, trajetória, posição, deslocamento, velocidade e aceleração.

A avaliação diagnóstica 02 teve o objetivo de analisar a aprendizagem individual dos conceitos desenvolvidos durante a aplicação do produto: os movimentos dos corpos celestes no Sistema Solar e suas consequências, quantidade de movimento e a conservação da quantidade de movimento.

As questões das avaliações (criadas ou adaptadas do Banco de questões Super Professor) foram escolhidas ou desenvolvidas utilizando a taxonomia de Bloom revisada (FERRAZ E BELHOT, 2010), apresentando o nível de cognição necessário à sua resolução em ordem crescente de complexidade, que vem a ser: recordar, entender, aplicar, analisar, avaliar e criar.

Estabelecemos alguns parâmetros para a análise das questões das avaliações e solicitamos a cooperação de alguns colegas professores nesse processo. As fichas para análise das questões das avaliações estão no APÊNDICE M. Dez professores (colegas de trabalho e mestrands) participaram da análise das questões utilizadas nas avaliações diagnósticas 01 e 02, com base nos parâmetros apresentados na Figura 51. Com base nos resultados apresentados e avaliação própria, foi elaborado o Quadro 10 com os processos cognitivos exigidos à resolução das avaliações diagnósticas 01 e 02:

**Quadro 10 - Processos cognitivos exigidos pelas questões das avaliações diagnósticas 01 e 02 (o nível cognitivo exigido aumenta do vermelho para o violeta)**

Processo cognitivo (em ordem crescente de complexidade)	Nº da questão						
	Q01	Q02	Q03	Q04	Q05	Q06	Q07
<b>Lembrar</b>	x						
<b>Entender</b>		x					
<b>Aplicar</b>	x	x	x		x		
<b>Analisar</b>			x	xx	x	xx	x
<b>Avaliar</b>							x
<b>Criar</b>							

Avaliação diagnóstica 01	x	Avaliação diagnóstica 02	x
--------------------------	---	--------------------------	---

Fonte: Autoria própria.

Observe que as cores utilizadas para representar o processo cognitivo utilizado nas questões fazem parte das cores primárias do arco – íris, o que facilita a observação dos alunos. Do vermelho ao violeta, o nível cognitivo exigido aumenta, indo do mais básico para o de ordem mais superior.

Entre as sete questões das duas avaliações, há quatro delas com o mesmo contexto. No Quadro 11 temos essas questões com as principais características:

**Quadro 11 - Processos cognitivos e conceitos exigidos nas questões desenvolvidas em um mesmo contexto das avaliações diagnósticas 01 e 02**

Contexto	Avaliação diagnóstica 01	Avaliação diagnóstica 02
Pêndulo de Newton	<b>Q03</b> - não precisa de conhecimento específico, as alternativas fornecem apenas uma opção que exigem a <b>lembrança</b> da simetria equivalente à apresentada no texto.	<b>Q01</b> - exige a <b>aplicação</b> da conservação da quantidade de movimento. Tem maior nível de dificuldade porque não podemos nos utilizar do mesmo artifício da questão 3 da diagnóstica 1.
Moto e motociclista em estrada com trecho curvo	<b>Q04</b> – exige <b>análise</b> a partir do conhecimento sobre referencial, dimensões de um corpo, movimento e repouso.	<b>Q04</b> – o aluno precisa fazer uma <b>análise</b> da questão utilizando conhecimentos sobre Quantidade de movimento e suas características, inclusive a vetorial, além do que foi cobrado na questão 4 da primeira avaliação.
Asteróide que se aproxima da Terra	<b>Q06</b> – seu objetivo é que o aluno <b>analise</b> os tipos de movimento e de trajetória (retilíneo ou curvilíneo)	<b>Q05</b> – além de <b>analisar</b> sobre tipos de movimentos e suas características (uniforme, acelerado ou retardado), essa questão exige sobre Quantidade de movimento.
Órbitas da Terra e de Marte no sistema solar	<b>Q07</b> – solicita a <b>análise</b> da trajetória e das posições de Marte em intervalos de tempos iguais, com o referencial na Terra, para determinar a velocidade relativa entre os planetas, a partir de uma imagem.	<b>Q06</b> – solicita a <b>análise</b> de duas imagens para, a partir da determinação da velocidade relativa entre os planetas, o aluno explicar a curva apresentada no gráfico com as posições de Marte em relação à Terra.

Fonte: Autoria própria.

As outras questões não apresentam o mesmo contexto nas duas avaliações, mas o nível

de cognição exigido é maior na avaliação diagnóstica 02, além do fato de que há mais conceitos solicitados. Os conceitos exigidos em cada uma delas são apresentados no Quadro 12 a seguir:

**Quadro 12 - Processos cognitivos e conceitos exigidos nas questões que não têm contextos comuns das avaliações 01 e 02**

<b>Avaliação diagnóstica 01</b>	<b>Avaliação diagnóstica 02</b>
<b>Q01</b> - essa questão exige que o aluno <b>lembre</b> dos conceitos referencial, posição, velocidade e aceleração.	<b>Q02</b> – o estudante tem como objetivo <b>aplicar</b> os conceitos revisados/desenvolvidos durante os tutoriais da primeira ABP (Rotação, Translação, Periélio, Precissão e Nutação) no contexto das estações climáticas.
<b>Q02</b> - o aluno deve <b>entender</b> o contexto apresentado, utilizando os conceitos de trajetória, velocidade e posição, numa situação em que há mais de um referencial possível.	<b>Q03</b> – exige a <b>análise</b> o contexto apresentado para aplicar o conceito momento linear e o princípio da conservação da quantidade de movimento em um sistema isolado, quantitativamente.
<b>Q05</b> – seu objetivo é que o aluno <b>aplique</b> dados (velocidade e espaço percorrido) e suas unidades em um contexto específico da Astronomia, para o cálculo do intervalo de tempo.	<b>Q07</b> – o aluno precisa <b>avaliar</b> as informações de uma tabela que apresenta a posição em função do tempo, para usá-los no cálculo das velocidades dos móveis, do momento linear de um móvel ou sistema de móveis, e na aplicação da conservação da quantidade de movimento.

Fonte: Autoria própria.

#### 4.5.1.1 Avaliação diagnóstica 01

Para facilitar a análise, foram adotadas as letras X-A e X-B para as turmas do COESI, Y-A, Y-B, Y-C e Y-D para as turmas do Colégio Módulo, Z-A e Z-B para as turmas do Colégio Estadual Leandro Maciel. O número de alunos que participaram da avaliação diagnóstica 01 em cada turma está indicado no quadro 13 a seguir:

**Quadro 13 - Número de participantes da avaliação diagnóstica 01**

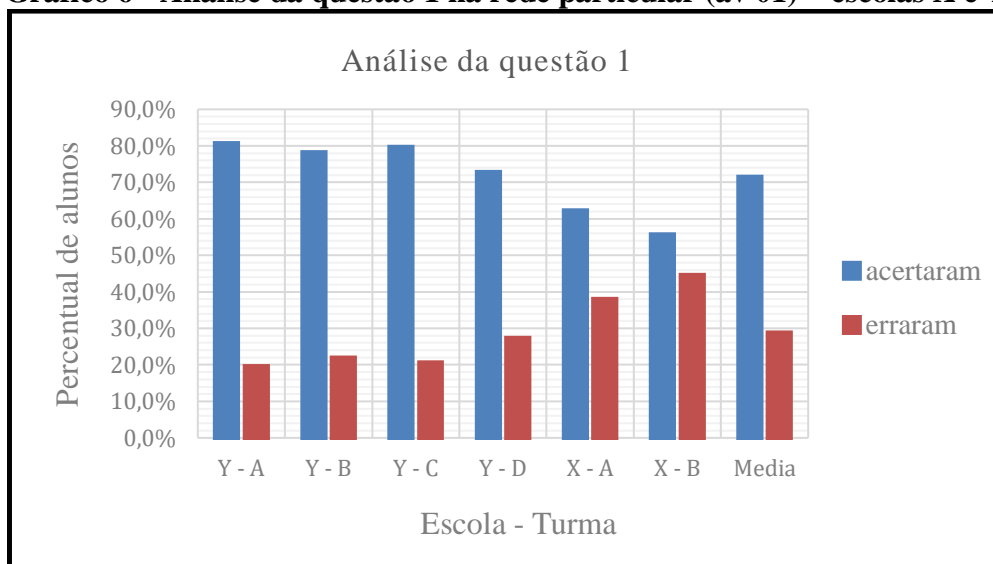
<b>Turma</b>	<b>Y-A</b>	<b>Y-B</b>	<b>Y-C</b>	<b>Y-D</b>	<b>X-A</b>	<b>X-B</b>	<b>Z-A</b>	<b>Z-B</b>
<b>Nº alunos</b>	36	32	39	33	37	37	19	21

Fonte: Autoria própria.

Em análise dos resultados obtidos, a partir da correção da avaliação diagnóstica 01, tem-se que na questão 1 o percentual de acerto variou de 55,6% a 80,6% nas turmas da rede particular, com um percentual médio de acerto igual a 71,4% (Gráfico 06). Nas turmas da escola da rede pública, o percentual de alunos que acertaram a primeira questão variou de 47,4% a 57,1%, com uma média de 52,3% (Gráfico 07).

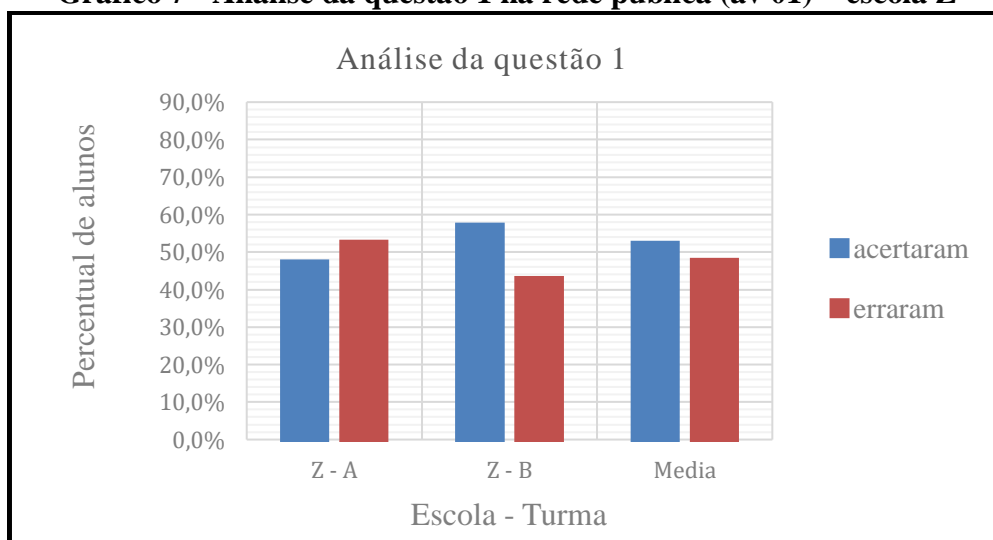
Entre os alunos que erraram, 70% destes marcaram o item b, que não cita a frase “não depende do referencial”. Os estudantes podem ter percebido essa frase nos itens a e c como um distrator, eliminando os mesmos como opção de resposta. A resposta correta (item d) exige do aluno atenção ao conceito de aceleração e sua relação com a velocidade.

**Gráfico 6 - Análise da questão 1 na rede particular (av 01) – escolas X e Y**



Fonte: Autoria própria.

**Gráfico 7 - Análise da questão 1 na rede pública (av 01) – escola Z**

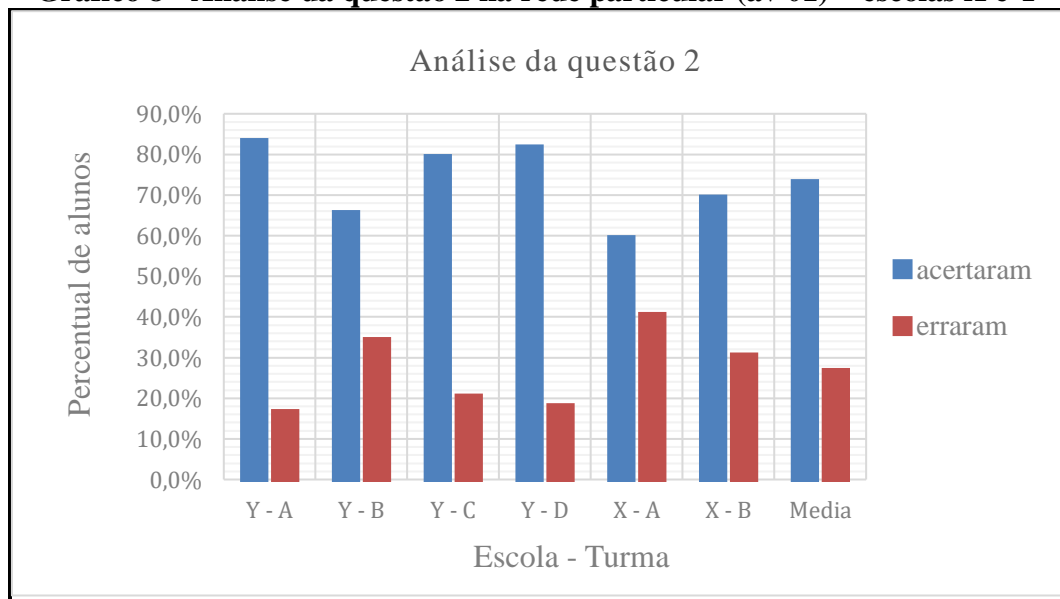


Fonte: Autoria própria.

Na questão 2, é notória a diferença entre os resultados obtidos nas escolas da rede particular (Gráfico 08) e da rede pública (Gráfico 09), com um percentual médio de acerto de 73,2% e 25,0%, respectivamente.

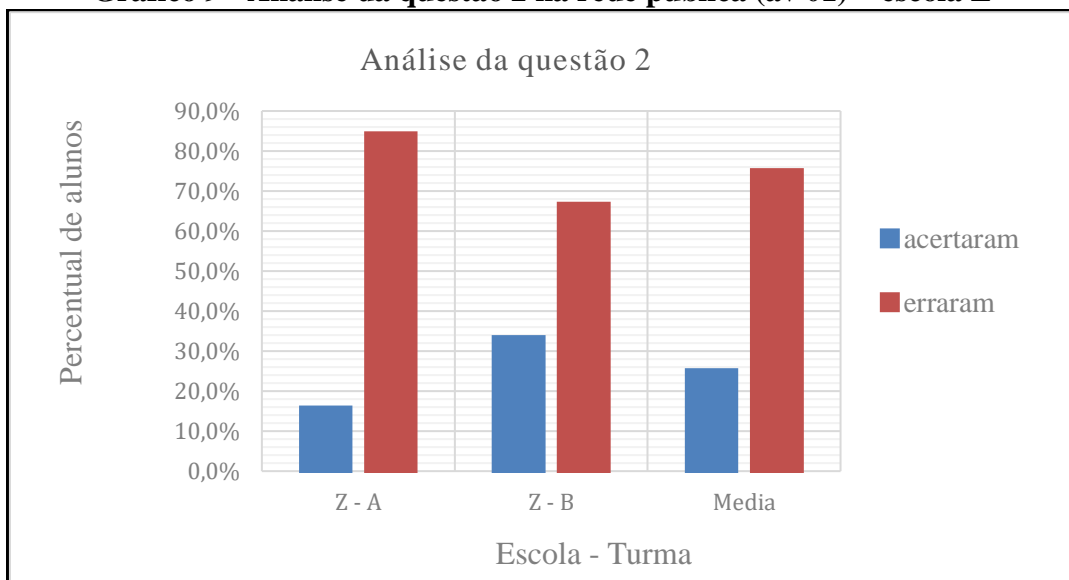
Entre os alunos que erraram a questão, 60,0% marcaram os itens c ou d, indicando que utilizaram como base para a sua resposta as linhas tracejadas verticais indicadas na figura ou a direção do movimento do avião, sem a devida atenção ao referencial considerado em cada afirmação.

**Gráfico 8 - Análise da questão 2 na rede particular (av 01) – escolas X e Y**



Fonte: Autoria própria.

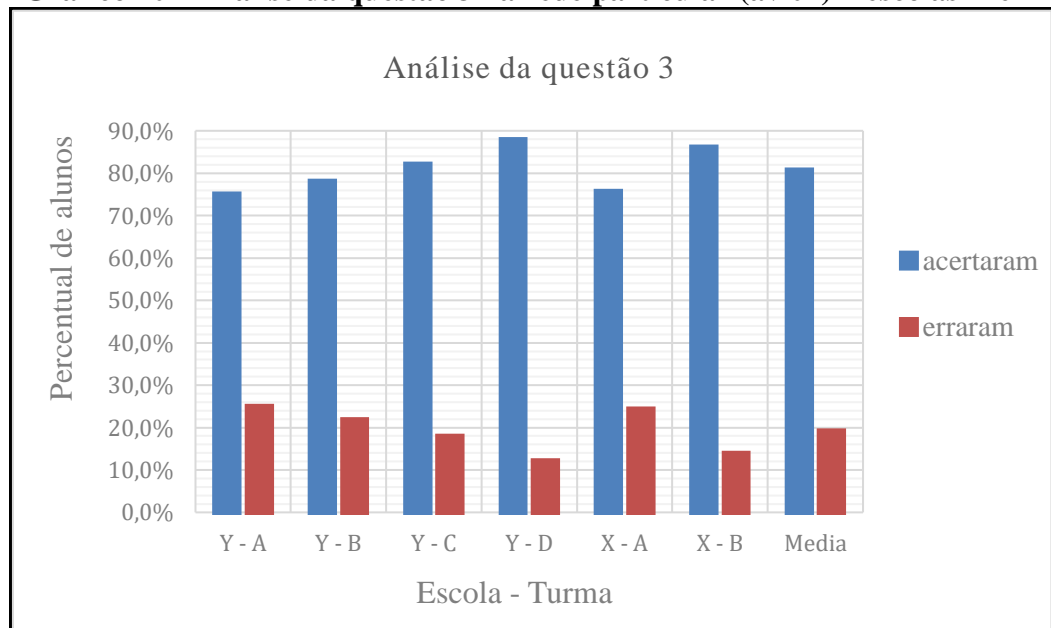
**Gráfico 9 - Análise da questão 2 na rede pública (av 01) – escola Z**



Fonte: Autoria própria.

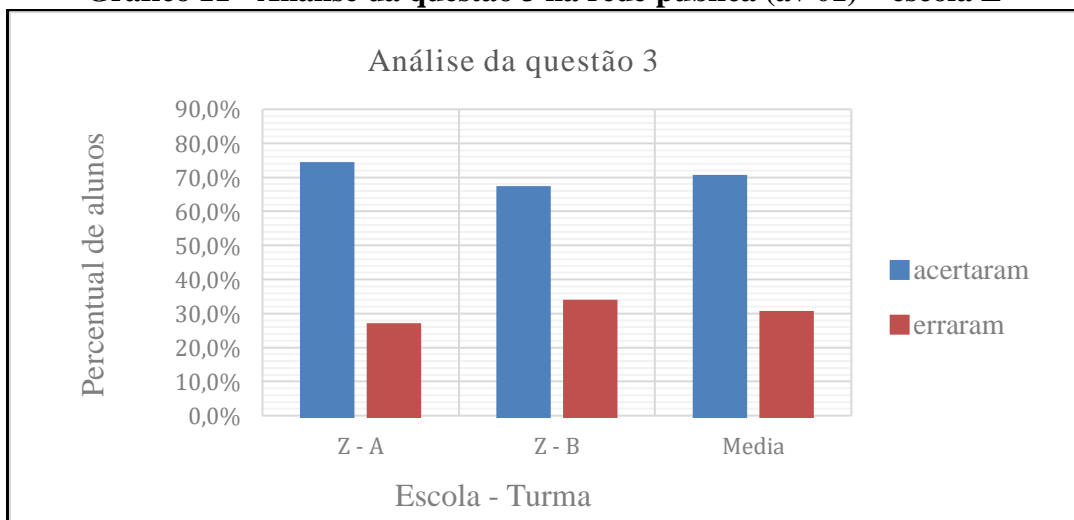
Na questão 3, os percentuais médios de acerto ficaram acima de 70,0% nas escolas da rede particular e pública (Gráficos 10 e 11), mesmo sem a aprendizagem do conceito quantidade de movimento ou da conservação da quantidade de movimento. O objetivo da questão é o aluno perceber que a simetria estética da imagem permite a exclusão das demais opções, exceto o item e, que é a resposta correta.

**Gráfico 10 - Análise da questão 3 na rede particular (av 01) – escolas X e Y**



Fonte: Autoria própria.

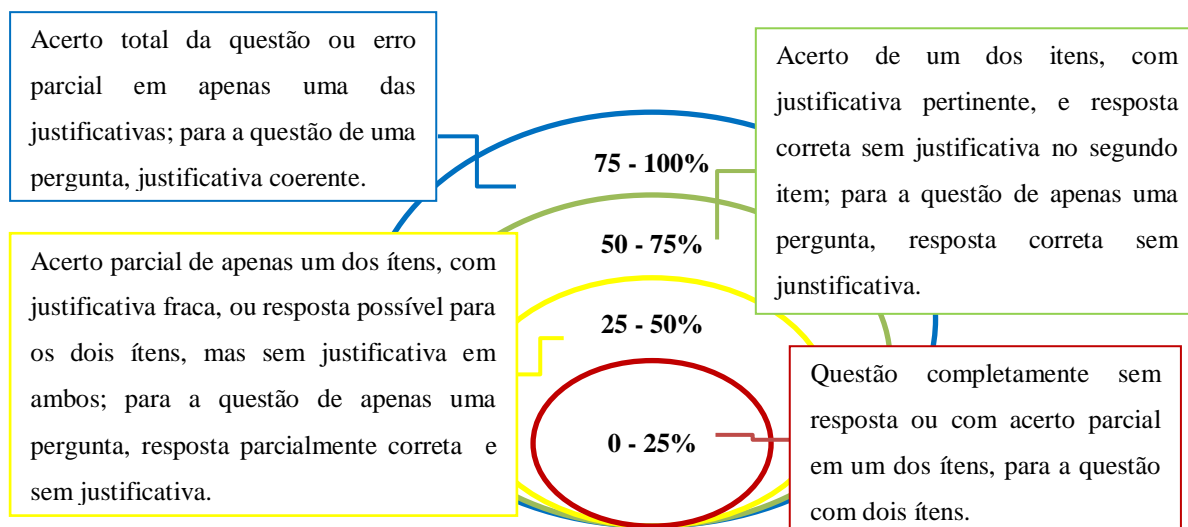
**Gráfico 11 - Análise da questão 3 na rede pública (av 01) – escola Z**



Fonte: Autoria própria.

As questões 4, 6 e 7 são abertas e foram aqui analisadas utilizando um sistema em quartis, detalhado a seguir na Figura 45.

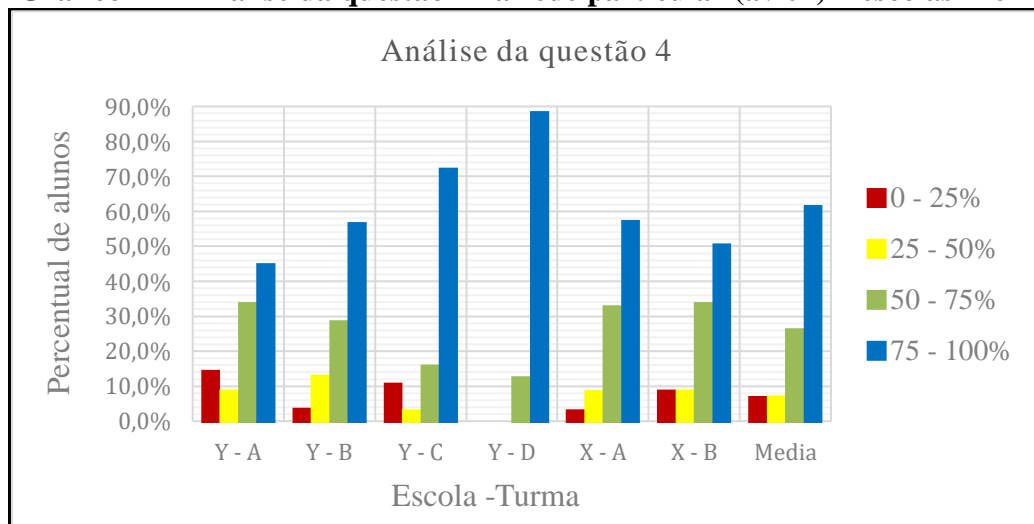
**Figura 45 - Critérios para indicar a faixa de acerto das questões 4, 6 e 7(av 01)**



Fonte: Autoria própria.

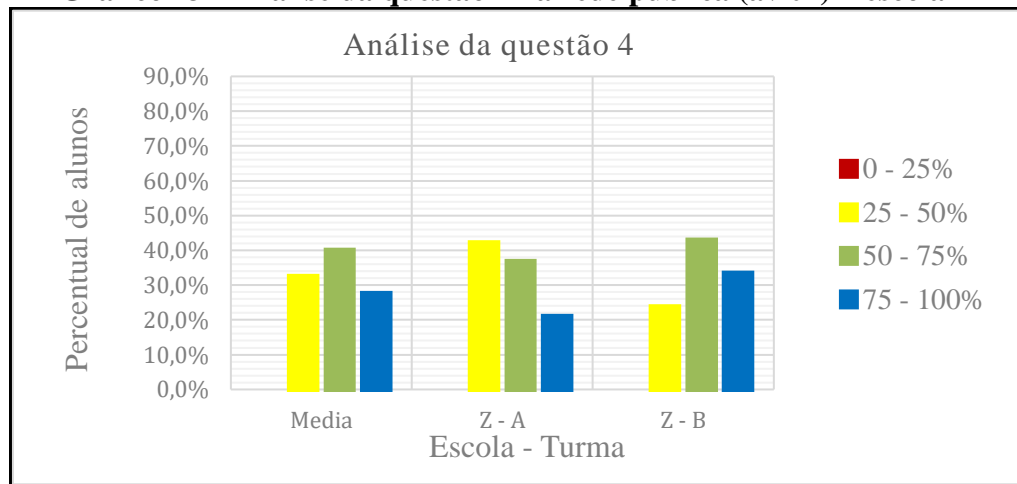
A questão 4 está dividida em duas perguntas, que solicitam resposta e justificativa. Nas turmas da rede particular, com uma média de 36 alunos participantes por turma, 86,8% dos alunos acertaram de 50% a 100% da questão, enquanto na rede pública o percentual médio de acerto foi de 67,5% (Gráficos 12 e 13).

**Gráfico 12 - Análise da questão 4 na rede particular (av 01) – escolas X e Y**



Fonte: Autoria própria.

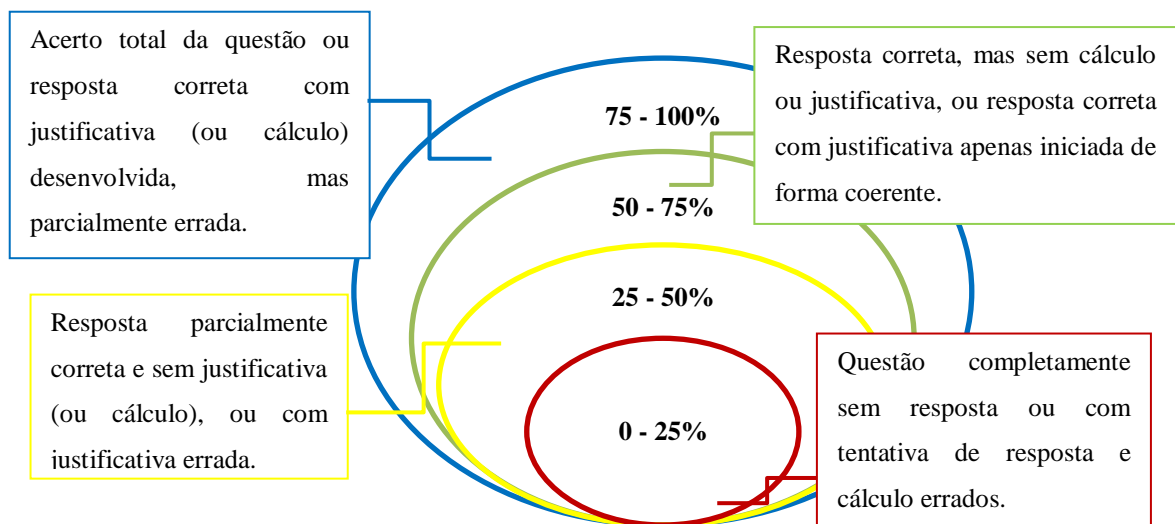
Entre os alunos que erraram a justificativa do primeiro item, mais de 50,0% considerou o motociclista como referencial, não a estrada. Mas a resposta coerente depende de que tipo de referencial o aluno considera a estrada (pontiforme ou extensa). Os alunos que erraram a questão, além de utilizar a moto como referencial, indicaram a própria moto como um corpo extenso.

**Gráfico 13 - Análise da questão 4 na rede pública (av 01) – escola Z**

Fonte: Autoria própria.

Entre aqueles que não justificaram adequadamente o segundo item, novamente mais da metade não observou o referencial indicado na pergunta, afirmando: “o motociclista não estava em movimento porque quem se movimentava era a moto”.

A questão 5 é composta por apenas uma pergunta, mas solicitou o cálculo também. A avaliação dessa questão foi realizada segundo os critérios apresentados na Figura 46:

**Figura 46 - Critérios para indicar a faixa de acerto da questão 5 (av 01)**

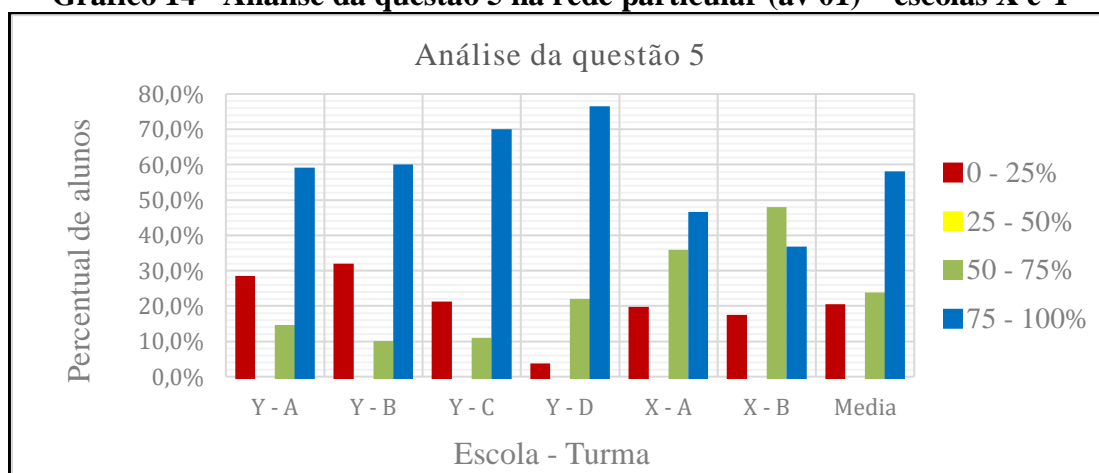
Fonte: Autoria própria.

Aproximadamente 80,3% dos alunos da rede particular e 53,3% dos alunos da rede pública conseguiram acertar de 50% a 100% da questão, mas o percentual médio de alunos que sequer tentaram fazer ou erraram completamente o cálculo foi de aproximadamente 19,7% e 44,4%, respectivamente, na rede particular e pública (Gráficos 14 e 15). A quase total ausência da barra amarela indica que foram raros os alunos que tentaram desenvolver o cálculo, mesmo

que de forma equivocada. Quem não sabia deixou a questão em branco. A resposta é o item b, que pode ser calculado com uma proporção ou com a fórmula da velocidade média.

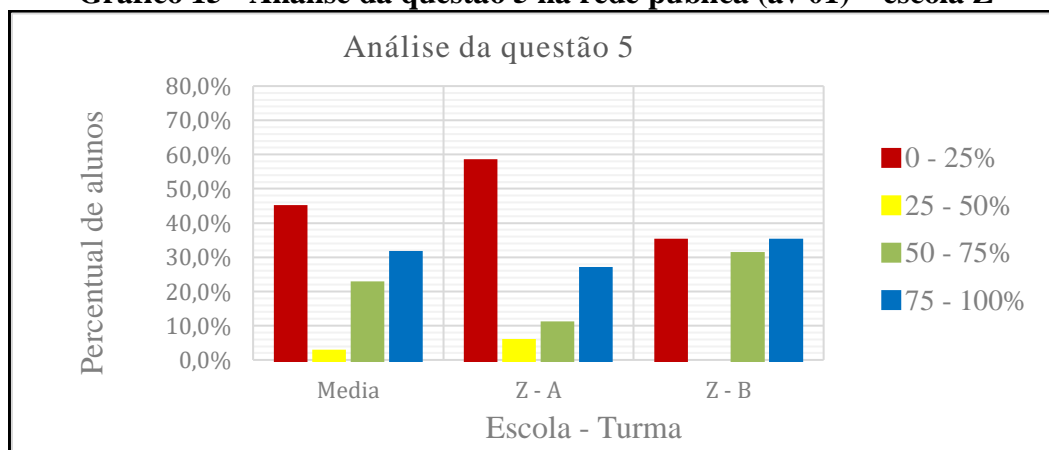
É preciso considerar que o número de alunos que não tem domínio no cálculo básico é relevante, e que parte das turmas da rede particular não faz provas com questões abertas, em que a justificativa é exigida. O professor precisa se utilizar de estratégias em sala de aula para desenvolver/continuar essa prática. Seria interessante acrescentar uma aula de atividades de cálculo na aplicação da sequência aqui apresentada.

**Gráfico 14 - Análise da questão 5 na rede particular (av 01) – escolas X e Y**



Fonte: Autoria própria.

**Gráfico 15 - Análise da questão 5 na rede pública (av 01) – escola Z**

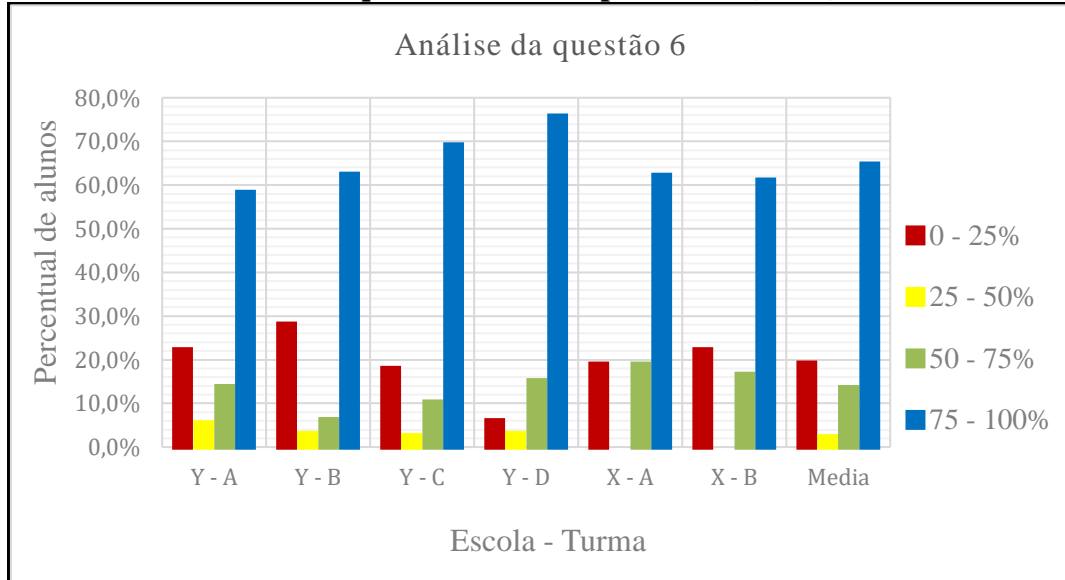


Fonte: Autoria própria.

A questão 6 teve bons resultados, mais de 75% dos alunos acertaram de 50% a 100% da mesma (Gráficos 16 e 17). Apenas a turma Z-B não teve mais de 50% dos alunos com acerto entre 75% e 100%, mas o resultado foi melhor do que nas turmas Y-B e Z-A, em que 68,8% e 68,4% dos alunos, respectivamente, acertaram de 50% a 100% da questão. Nessas turmas, respectivamente 28,1% e 31,6% de alunos deixaram a questão em branco ou a erraram

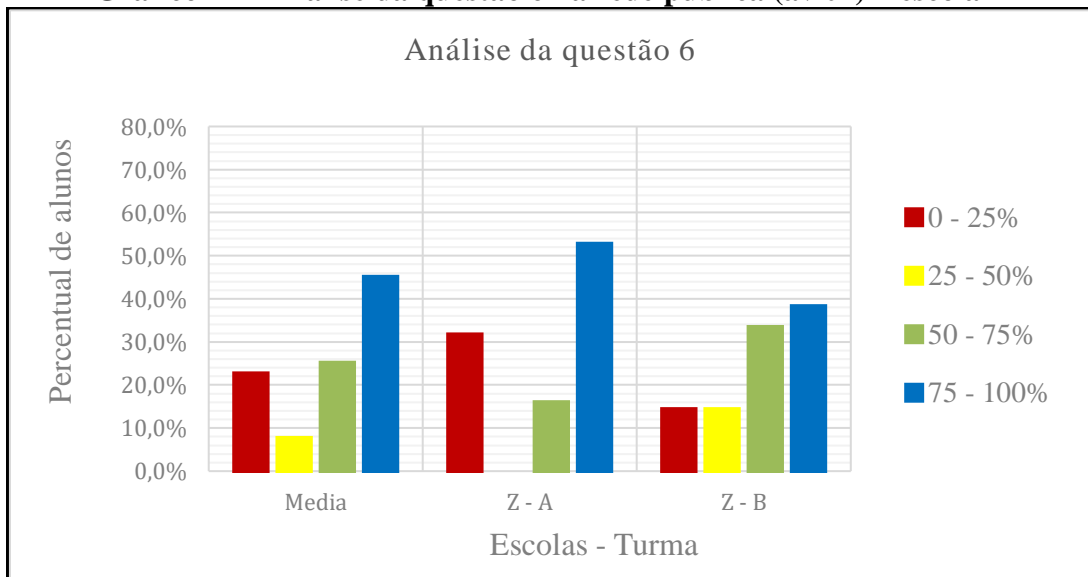
completamente, e a causa desse número pode ser a incapacidade de interpretar o que se pede ou a imagem apresentada. A imagem mostra que a trajetória do asteróide é curva quando passa próximo do planeta Terra, por interferência da força gravitacional entre os objetos celestes.

**Gráfico 16 - Análise da questão 6 na rede particular (av 01) – escolas X e Y**



Fonte: Autoria própria.

**Gráfico 17 - Análise da questão 6 na rede pública (av 01) – escola Z**

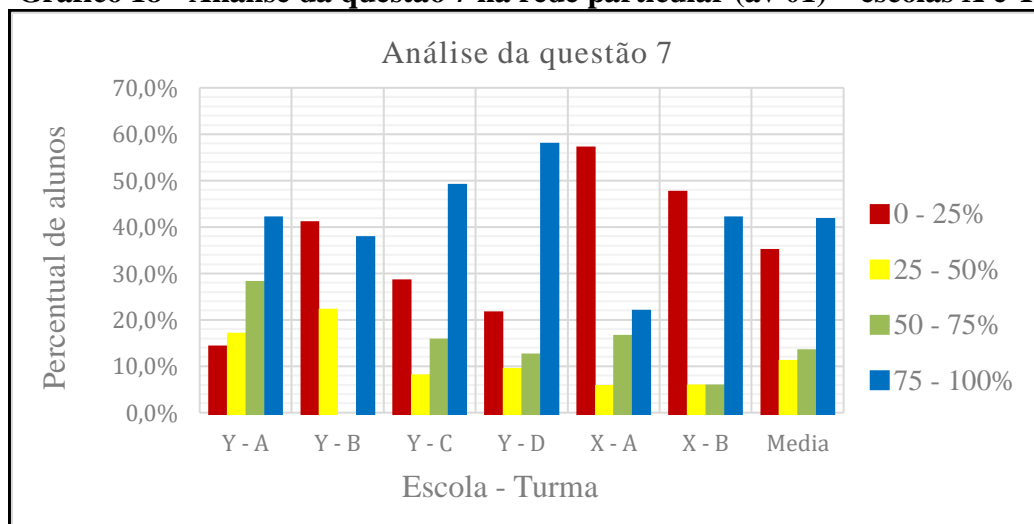


Fonte: Autoria própria.

Aproximadamente 54,4% de alunos da rede particular e 67,5% de alunos da rede pública acertaram de 50% a 100% da questão 7 (Gráficos 18 e 19). As turmas Y-A, Y-C e Y-D foram aquelas em que o percentual de alunos com acerto de 50% a 100% da questão foi maior do que 50%, com valores respectivamente iguais a 69,5%, 64,1% e 69,7%.

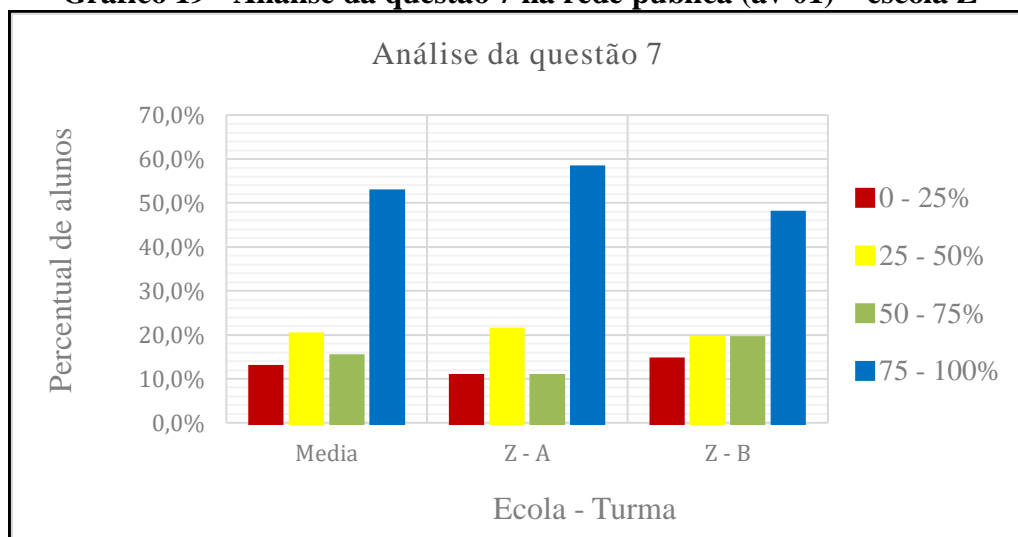
Nas turmas Y-B, X-A e X-B o número de alunos que não respondeu à questão foi significativo, representados por 40,6%, 56,8% e 47,2% dos avaliados. As turmas da rede pública tiveram resultados melhores, apenas 12,5% dos alunos deixaram de fazer a questão. Em geral a dificuldade dos alunos esteve na interpretação da imagem a partir das informações do texto.

**Gráfico 18 - Análise da questão 7 na rede particular (av 01) – escolas X e Y**



Fonte: Autoria própria.

**Gráfico 19 - Análise da questão 7 na rede pública (av 01) – escola Z**



Fonte: Autoria própria.

Os resultados na rede particular foram melhores, mas a turma Z mostrou um conhecimento superior a 50% nas questões dessa avaliação, com exceção da questão 2, que trata de referencial e trajetória. Observa-se que as turmas tinham o conhecimento prévio necessário à aprendizagem do novo conceito: Quantidade de movimento e sua conservação.

#### 4.5.1.2 Avaliação diagnóstica 02

Essa avaliação teve o objetivo de analisar a aprendizagem individual de conceitos desenvolvidos durante a aplicação do produto, como: os movimentos na superfície do planeta ou dos corpos celestes no sistema solar e suas consequências, quantidade de movimento e sua conservação, no contexto da Astronomia.

O número de alunos que participaram da avaliação diagnóstica 02 em cada turma está indicado a seguir no quadro 14:

**Quadro 14 - Número de participantes da avaliação diagnóstica 02**

Turma	Y-A	Y-B	Y-C	Y-D	X-A	X-B	Z-A	Z-B
Nº alunos	34	27	30	28	27	31	10	13

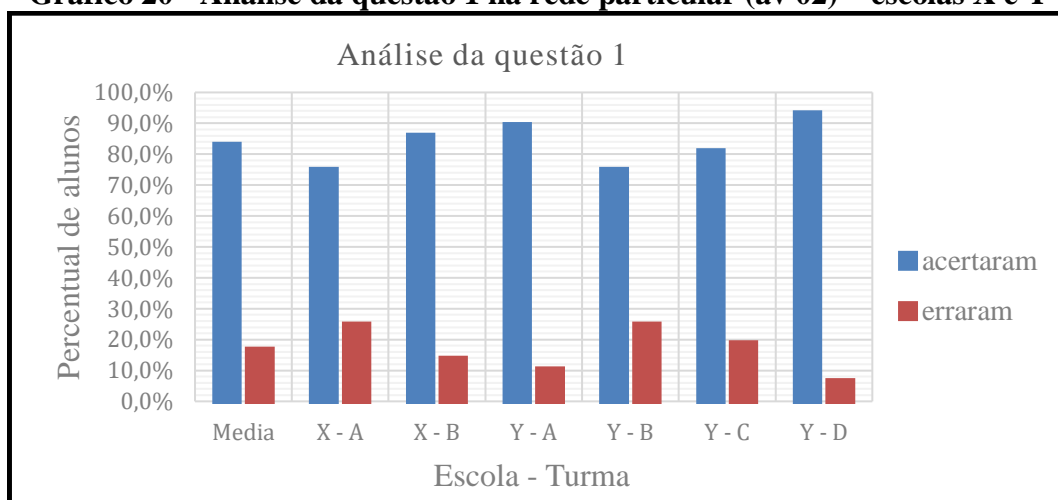
Fonte: Autoria própria.

O número de alunos da rede particular que participaram da avaliação diagnóstica 02 diminuiu, porque: o produto foi aplicado nas três últimas semanas de outubro, época em que a quarta unidade do período escolar está terminando, e as provas da unidade são a prioridade nas escolas; a resolução da avaliação diagnóstica não é obrigatória, e foi aplicada por outros professores, então alguns alunos não sentiram a necessidade de fazer.

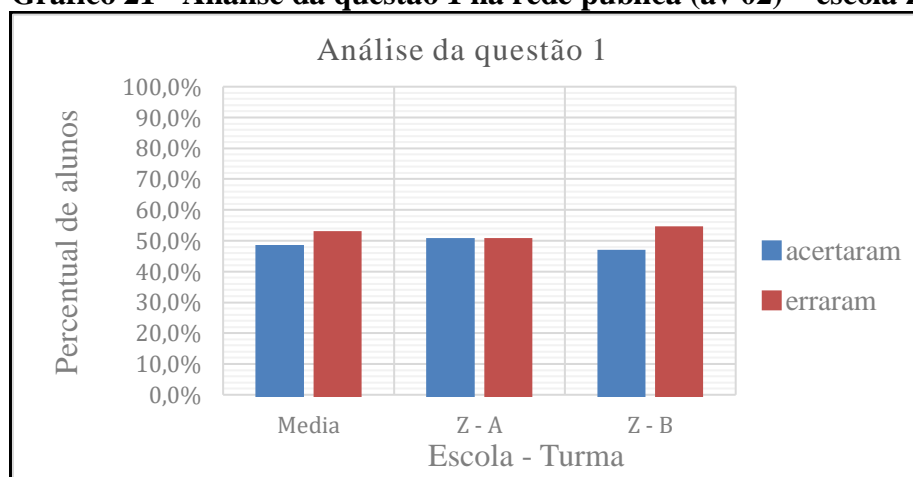
A aplicação do produto na rede pública aconteceu nas primeiras semanas de dezembro, e há a questão da evasão das salas de aula, principalmente no turno da tarde. Segundo a professora, são turmas que participam do sistema integral adotado pela rede pública, e os alunos que não querem assistir às aulas da tarde encontram meios para se ausentar da escola.

Na questão 1 o percentual de acerto variou de 75,0% a 93,3% nas turmas da rede particular, e de 46,2% a 50,0% na rede pública (Gráficos 20 e 21). Precisamos considerar que na rede pública, durante a aplicação do produto, houve flutuação na presença em sala de aula, de modo que nem todos os alunos que fizeram a avaliação 2 necessariamente participaram do processo de aprendizagem, conforme análise da professora que aplicou o produto. A escola utiliza o sistema integral de ensino, e nas aulas do período da tarde um número considerável de alunos não estava presente.

Entre os alunos que erraram, 60% destes marcaram os itens b ou d, que apresentam imagens com 3 esferas separadas das outras duas, talvez porque apresentam uma simetria numérica semelhante à da questão. A resposta correta (item c) exige do aluno atenção ao uso do princípio da conservação da quantidade de movimento.

**Gráfico 20 - Análise da questão 1 na rede particular (av 02) – escolas X e Y**

Fonte: Autoria própria.

**Gráfico 21 - Análise da questão 1 na rede pública (av 02) – escola Z**

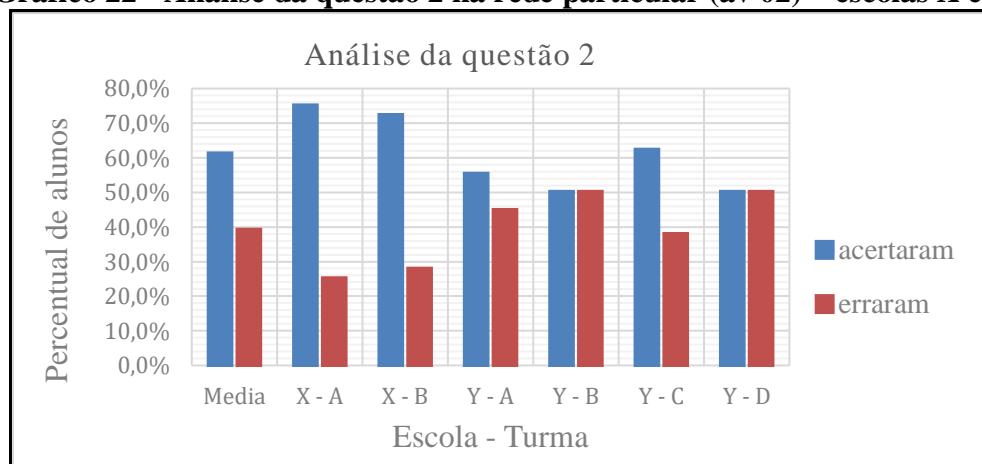
Fonte: Autoria própria.

Na questão 2 foi possível observar que 61,0% e 56,5% dos alunos da rede particular e pública acertaram a questão, respectivamente (Gráficos 22 e 23).

Durante a leitura do texto do ABP 01 as equipes preencheram a ficha de registro 01 e indicaram que as estações climáticas representavam um fenômeno que exigia conceitos já conhecidos por eles. Apesar de as equipes terem pesquisado sobre Nutação e Precissão, vários alunos não utilizaram esses conceitos para eliminar os itens que faziam referência aos mesmos (ítems a, c e d). A alternativa e apresenta a rotação do planeta, conceito também indicado como conhecido pelas equipes. A resposta correta corresponde ao item b (que apresenta o conceito da translação). Isso significa que a pesquisa das equipes sobre Nutação e Precissão foi insuficiente, que é preciso trabalhar mais com as interpretações dos movimentos no sistema Sol – Terra – Lua e a interferência deles à vida na Terra. Também é importante considerar a

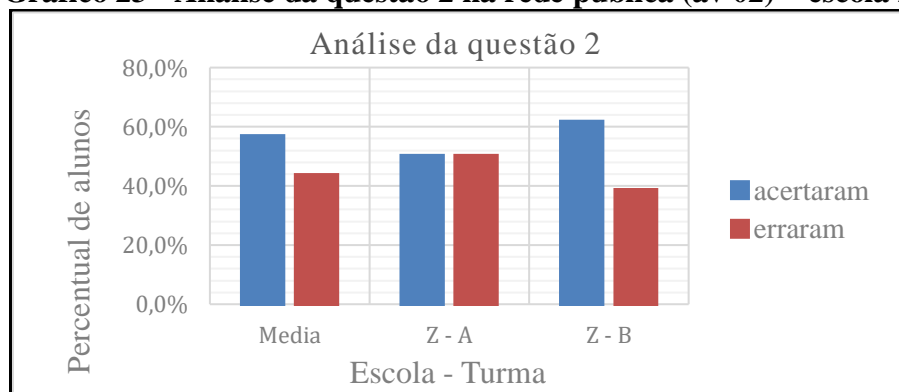
aprendizagem sobre as estações do ano e a sua relação com o movimento de translação do planeta, no ensino fundamental, com os professores de Geografia e Ciências.

**Gráfico 22 - Análise da questão 2 na rede particular (av 02) – escolas X e Y**



Fonte: Autoria própria.

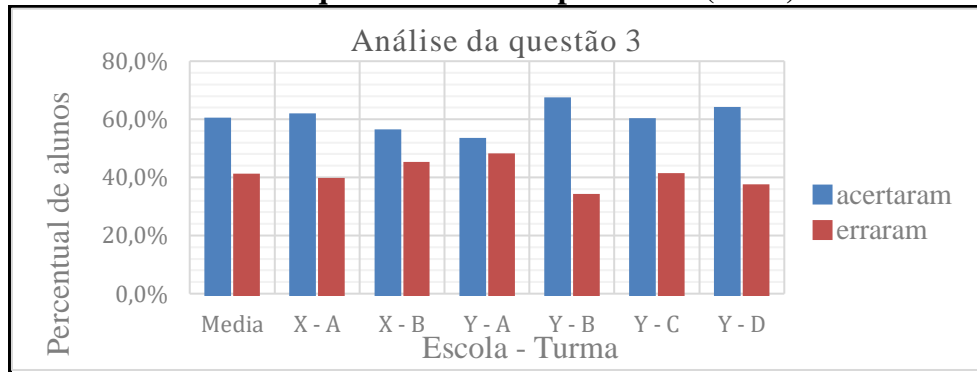
**Gráfico 23 - Análise da questão 2 na rede pública (av 02) – escola Z**



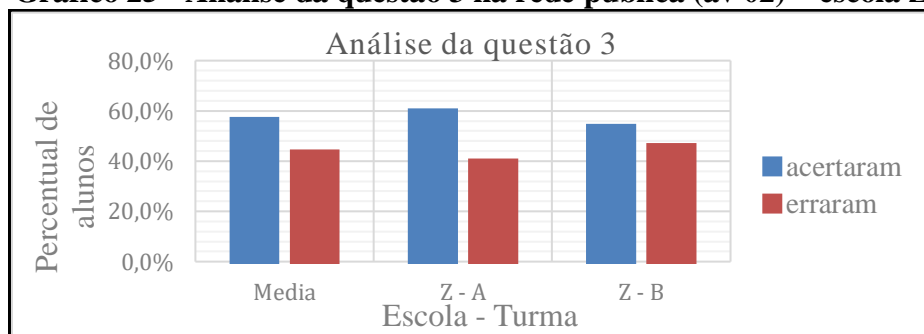
Fonte: Autoria própria.

Na terceira questão as turmas da rede particular e pública apresentaram uma média de 59,6% e 56,5% de acerto, respectivamente (Gráficos 24 e 25). Entre os alunos que erraram e registraram o cálculo, aproximadamente 60% destes não sabiam aplicar o princípio da conservação do momento linear na situação. Os outros alunos erraram os cálculos ou não registraram. É importante reforçar o exercício individual após a aula de consolidação (em que foram trabalhadas questões de cálculo em duplas).

A resposta correta para essa questão é a letra e, o aluno precisa utilizar o princípio da conservação da quantidade de movimento, considerando o sistema cosmonauta + bomba isolado. Para que a quantidade de movimento do sistema continue nula como estava antes da explosão da bomba, é necessário que a quantidade de movimento da bomba tenha sentido oposto ao do cosmonauta.

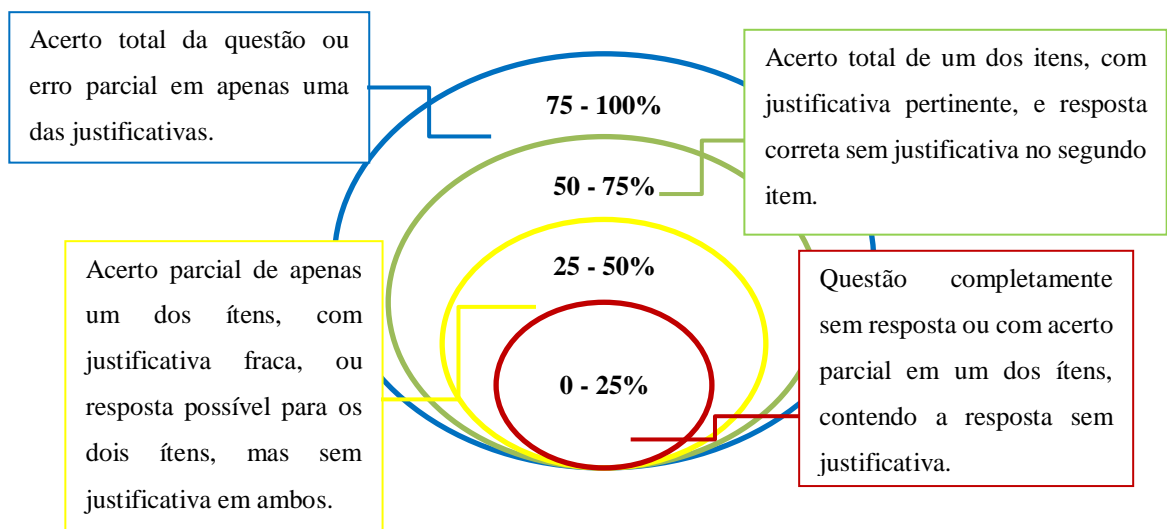
**Gráfico 24 - Análise da questão 3 na rede particular (av 02) – escolas X e Y**

Fonte: Autoria própria.

**Gráfico 25 - Análise da questão 3 na rede pública (av 02) – escola Z**

Fonte: Autoria própria.

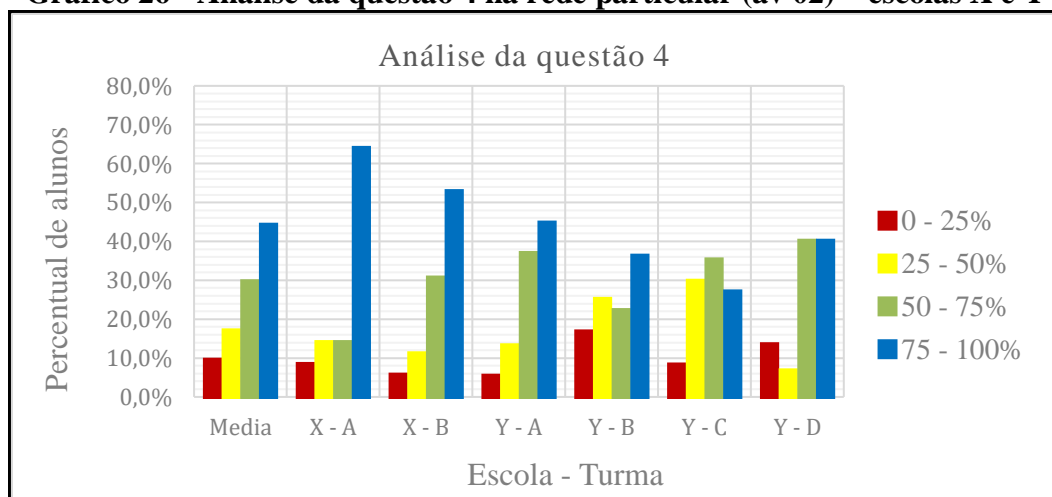
As questões 4, 5, 6 e 7 são abertas e foram analisadas utilizando um sistema em quartis, detalhado a seguir. As questões 4 e 5 estão divididas em duas perguntas, que solicitam resposta e justificativa (cada uma). Os resultados foram avaliados de acordo com os critérios apresentados na Figura 47.

**Figura 47 - Critérios de avaliação utilizados para indicar a faixa de acerto das questões 4 e 5**

Fonte: Autoria própria.

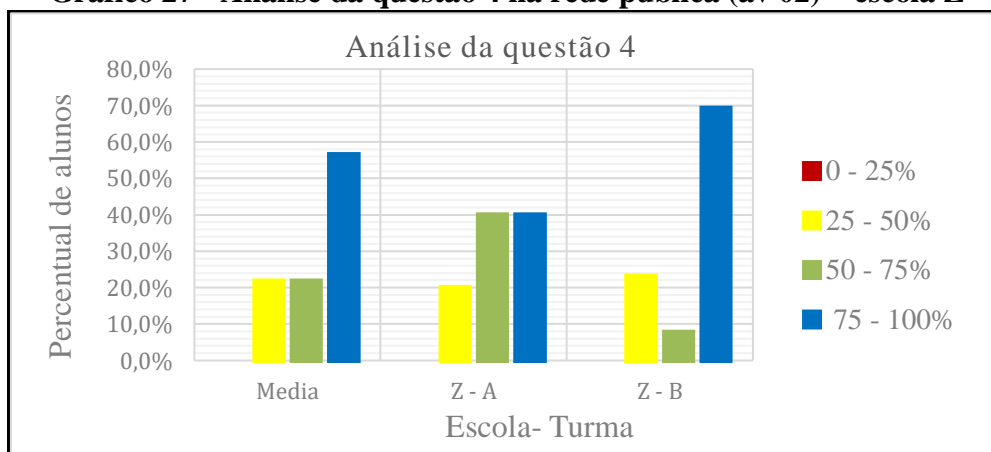
Em cada uma das seis turmas da rede particular, uma média de 73,7% dos alunos avaliados acertaram de 50% a 100% da questão 4. Uma média de vinte e dois alunos por turma conseguiram entender o que se pedia, e desses, aproximadamente oito alunos sabiam fazer a análise, verificada na justificativa. Nas turmas da rede pública os resultados foram muito bons, uma média de 78,2% dos alunos acertaram de 50% a 100% dessa questão, sendo que a turma Z-B teve o melhor resultado (Gráficos 26 e 27).

**Gráfico 26 - Análise da questão 4 na rede particular (av 02) – escolas X e Y**



Fonte: Autoria própria.

**Gráfico 27 - Análise da questão 4 na rede pública (av 02) – escola Z**



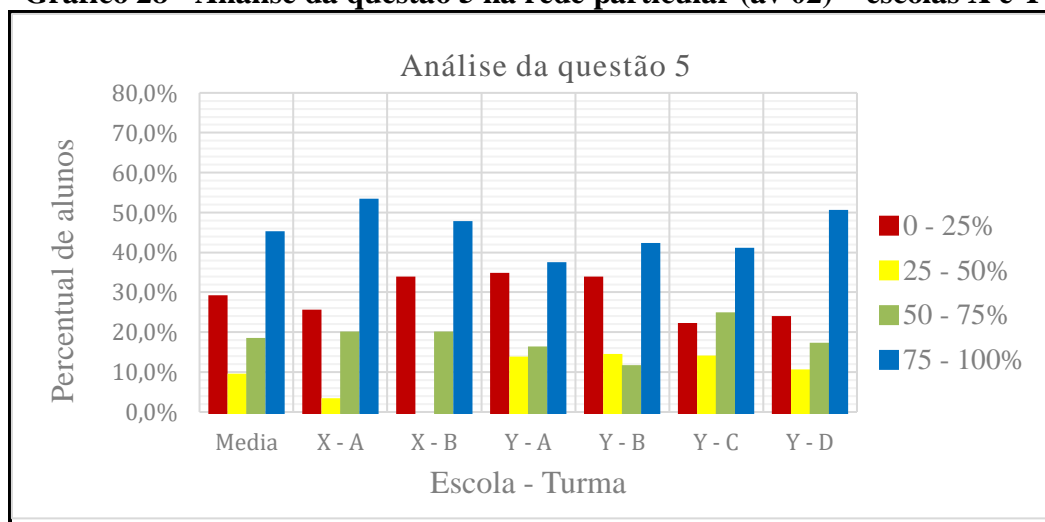
Fonte: Autoria própria.

É importante salientar que o percentual de alunos a considerar o caráter vetorial do conceito foi muito bom, mas as turmas Y-B, Y-C e Z-A apresentaram no gráfico uma distribuição mais uniforme entre as colunas, o que nesse caso indicou um maior número de erros em relação às outras turmas. Entre os erros, observou-se: a não consideração da massa, na comparação entre o momento linear da moto e do motociclista (o momento linear da moto tem

maior intensidade); a não consideração da variação na quantidade de movimento durante a curva (a direção da quantidade de movimento é variável).

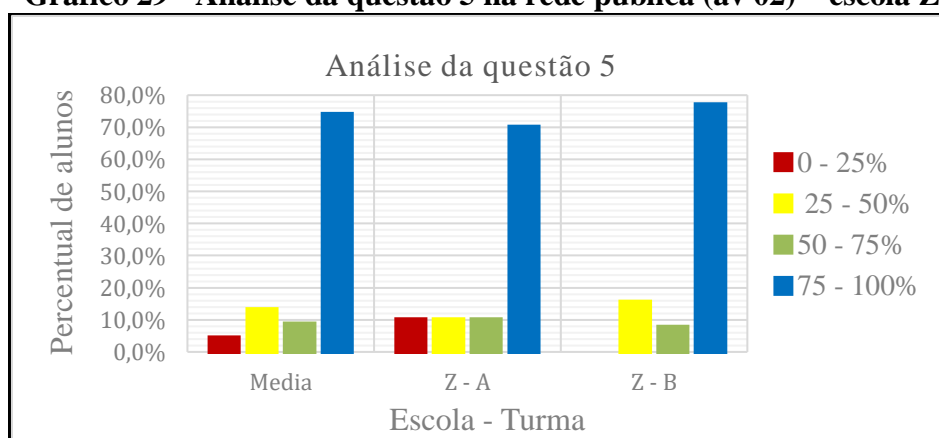
Aproximadamente 62,6% dos alunos da rede particular acertaram de 50% a 100% da questão 5, mas o número de alunos que não soube como interpretar o texto ou a imagem foi considerável (em torno de 28,5% da turma). Na rede pública os resultados foram bem melhores, uma média de 82,6% dos alunos acertaram de 50% a 100% da questão (Gráficos 28 e 29).

**Gráfico 28 - Análise da questão 5 na rede particular (av 02) – escolas X e Y**



Fonte: Autoria própria.

**Gráfico 29 - Análise da questão 5 na rede pública (av 02) – escola Z**



Fonte: Autoria própria.

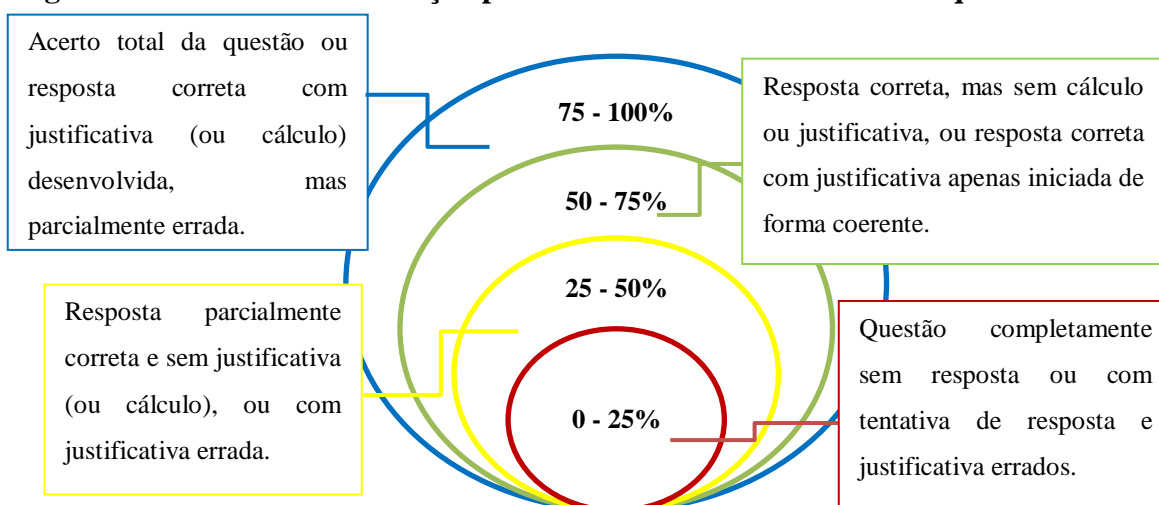
A pequena faixa amarela no gráfico da rede particular é um indicativo do contraste entre o percentual de alunos que não sabem e aqueles que já desenvolvem o conceito o mais próximo possível do seu real significado. Os itens dessa questão são dependentes um do outro, explicando o número de alunos que erraram completamente a questão. É importante trabalhar

a construção da argumentação, dificuldade observada em alunos que mostraram entender o conceito, mas que não sabiam como escrever o seu raciocínio.

É preciso considerar que parte das turmas da rede particular não fazem provas com questões abertas, em que a justificativa é exigida. O professor precisa se utilizar de estratégias em que a construção de argumentação seja relevante.

As questões 6 e 7 são compostas por apenas uma pergunta, que solicitam resposta e justificativa ou cálculo (cada uma). A avaliação dessas questões foi realizada como apresentado na Figura 48.

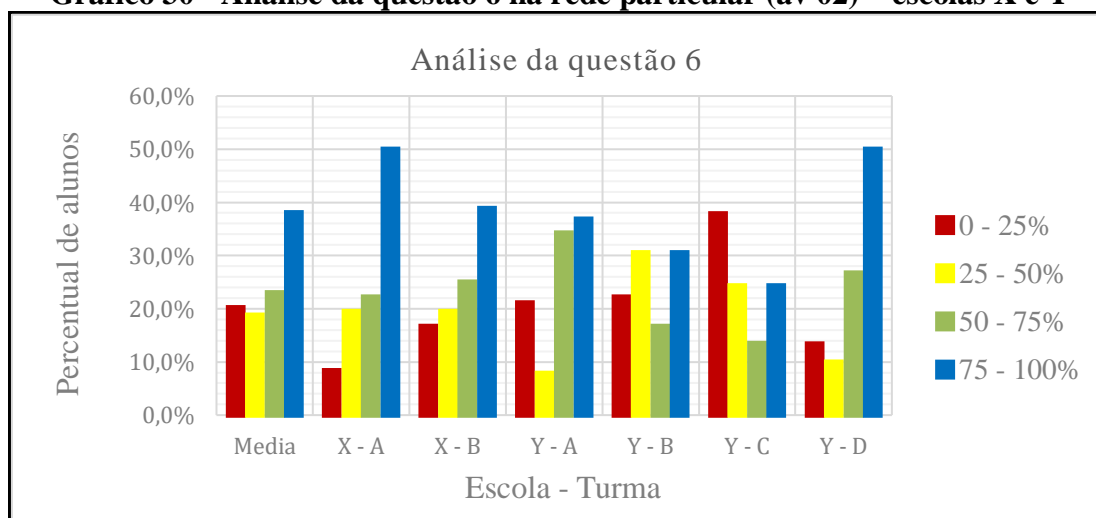
**Figura 48 - Critérios de avaliação para indicar a faixa de acerto das questões 6 e 7**



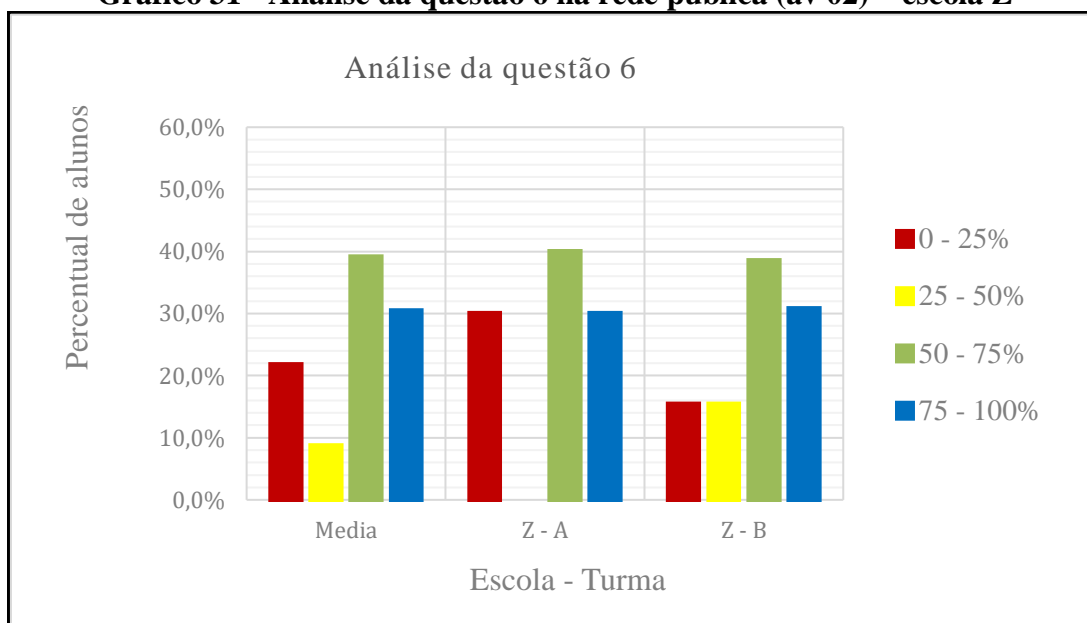
Fonte: Autoria própria.

A questão 6 teve resultados insatisfatórios principalmente nas turmas Y-B e Y-C (Gráficos 30 e 31).

**Gráfico 30 - Análise da questão 6 na rede particular (av 02) – escolas X e Y**



Fonte: Autoria própria.

**Gráfico 31 - Análise da questão 6 na rede pública (av 02) – escola Z**

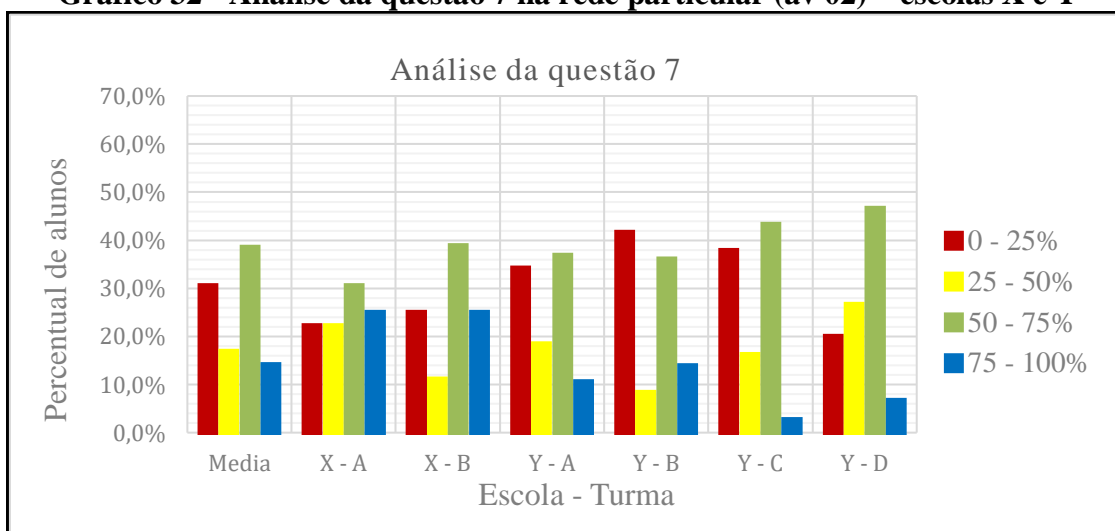
Fonte: Autoria própria.

As turmas Y-A, Y-D, X-A, X-B, Z-A e Z-B apresentaram mais de 50% dos alunos acertando de 50% a 100% da questão. As turmas Y-A, Y-D, X-A e Z-A se destacaram entre as demais, com um percentual de 71%, 76,7%, 72,2% e 70% de alunos acertando de 50 a 100% da questão, respectivamente.

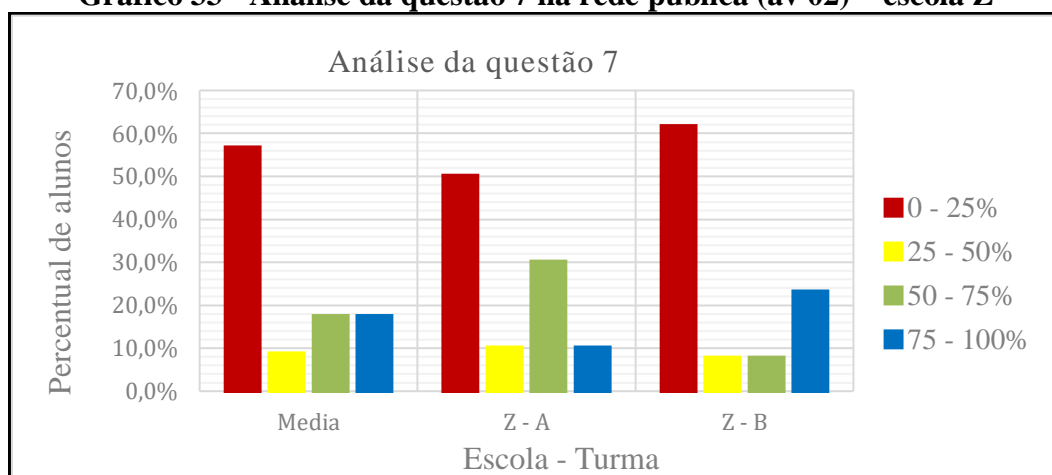
Uma média de 40,0% dos alunos das turmas da rede particular e 30,4% dos alunos da rede pública não soube analisar o gráfico indicado, para então argumentar o que foi solicitado. Desses, 18,8% e 8,7%, respectivamente das redes particular e pública, souberam interpretar a primeira imagem e identificar o planeta de maior velocidade orbital.

Novamente é percebida a necessidade de se trabalhar mais intensamente com imagens e gráficos, para interpretação e construção de argumentação. Nesse caso específico, o segundo gráfico exige uma interpretação em três dimensões, pois não podemos esquecer do tempo. As equipes trabalharam com uma imagem no texto da primeira ABP, em que a proposta era representar a projeção de Marte observada a partir da Terra. A experiência pode não ter sido significativa o suficiente para que os alunos fizessem a conexão necessária entre o texto e o gráfico.

A questão 7 foi a que apresentou os percentuais mais baixos de acerto (Gráficos 32 e 33). Uma média de 52,7% de alunos (turmas com uma média de 36 alunos) acertaram de 50 a 100% da questão, na rede particular. Na rede pública esse percentual foi de 34,8%.

**Gráfico 32 - Análise da questão 7 na rede particular (av 02) – escolas X e Y**

Fonte: Autoria própria.

**Gráfico 33 - Análise da questão 7 na rede pública (av 02) – escola Z**

Fonte: Autoria própria.

É possível observar nos gráficos, pelas colunas vermelhas, que muitos alunos sequer tentaram fazer a questão ou erraram completamente a resolução. Entre os que acertaram parcialmente a questão e apresentaram os cálculos, a maioria utilizou o princípio da conservação da quantidade de movimento, mas não conseguiu interpretar adequadamente os dados da tabela. Os estudantes não souberam ler a tabela e extrair os valores necessários ao cálculo da velocidade dos móveis antes e após a colisão. Talvez, se houvesse apenas uma coluna para os instantes, outra para as posições do carrinho 01 e a terceira coluna para o carrinho 2, os alunos percebessem com maior facilidade o instante a partir do qual os carrinhos estariam juntos. Com relação aos alunos que acertaram completamente essa questão nas turmas da rede pública, a tutora afirmou que foi importante cooperar com a resolução da mesma.

### 4.5.1.3 Comparação entre os resultados das avaliações diagnósticas 01 e 02

O objetivo das avaliações era diagnosticar o conhecimento prévio do aluno e avaliar a aprendizagem do conceito quantidade de movimento, sua conservação e conceitos da Astronomia, com a sequência didática proposta. Como as questões exigem diferentes níveis de cognição e diferentes quantidades de conceitos, fica um pouco mais difícil comparar os resultados nas duas avaliações. Por esse motivo construímos os quadros 10, 11 e 12, nas subseções 4.5.1.1 e 4.5.1.2.

Os quadros 10, 11 e 12 mostram três situações: apenas duas questões das avaliações diagnósticas 01 e 02 exigiram o mesmo nível de cognição do aluno; comparando as quatro questões que apresentam o mesmo contexto nas duas avaliações, as da avaliação diagnóstica 02 exigiram maior número de conceitos e igual ou maior nível de cognição; as três questões restantes não apresentam o mesmo contexto, mas as da avaliação diagnóstica 02 exigem do aluno um processo cognitivo superior, além de exigir o conceito quantidade de movimento e sua conservação.

Nas questões que apresentam o mesmo contexto, observando o percentual de alunos que acertaram de 50% a 100% da pergunta (indicado na seção anterior), as escolas X e Y tiveram melhor desempenho nas questões 1 e 6 da diagnóstica 02, comparadas às questões 3 e 7 da diagnóstica 01, respectivamente. As escolas Z tiveram melhor desempenho nas questões 4 e 5 da diagnóstica 02, comparadas às questões 4 e 6 da diagnóstica 01, respectivamente. Com os percentuais indicados na seção anterior percebemos que, nas questões de diferentes contextos, as escolas X e Y tiveram melhores resultados. São as questões 2, 3 e 7, que exigem níveis de cognição mais elevados do que as questões 1, 2 e 5 da avaliação diagnóstica 01, como mostra o quadro 12 do início da seção 4.5.1.

Podemos perceber que, mesmo com um nível maior de exigência, na avaliação diagnóstica 02 tivemos 60% dos avaliados da rede particular com acerto de 50% a 100% das questões, com exceção da questão 7, em que o percentual de alunos foi de 52,6%. Na rede pública 47,8% e 34,8% dos alunos acertaram de 50% a 100% das questões 1 e 7, entretanto esse valor ficou acima de 55% para as demais questões.

### 4.5.2 Fichas de registro – seções 1 e 2

A ficha de registro – seção 1 (APÊNDICE I) teve como objetivo avaliar da equipe:

- A interpretação do texto - os termos conhecidos e desconhecidos;

- O que já sabiam sobre o tema;
- O que precisavam saber para resolver o problema da situação apresentada;
- A capacidade de lançar hipóteses;
- O levantamento de objetivos para pesquisa individual e de equipe.

No texto da ABP 01 parte das fichas não apresentaram respostas coerentes. Foram levantados alguns problemas no preenchimento da ficha de registros – seção 1:

- Algumas equipes consideraram como conhecidos conceitos que na verdade não conseguiam explicar;
- Mostraram confusão ao registrar o que já sabiam, para estabelecer as hipóteses – nem sempre o que afirmaram saber sobre o problema era relevante para a solução do mesmo. Parte das equipes respondeu que nada sabia sobre o tema;
- Ao indicar o que precisavam saber, os estudantes apenas citaram a questão problema ou escreviam “não sei”;
- As hipóteses, quando apresentadas, não tiveram qualquer relação com a questão problema;
- As equipes não conseguiram determinar uma sequência clara de objetivos para a pesquisa e não souberam aproveitar o texto auxiliar (ANEXO A) ou os links do texto da primeira ABP. Alguns componentes tentaram usar o google para obter uma solução imediata das questões problema, mas perceberam que não as teriam. A situação problema apresentava questões abertas de análise.

Durante a ABP 02, a aula 5 também foi utilizada para orientar as equipes na interpretação das questões das fichas de registro e organização de suas respostas. Os alunos estavam com dificuldade em elaborar respostas com base no que afirmavam saber. As fichas de registro apresentaram respostas mais coerentes e o número de questões sem respostas caiu. As equipes precisavam de autoconfiança para escrever o que entendiam do texto, o que pesquisaram e o que já conheciam. Há um exemplo para cada ficha de registro de cada texto no APÊNDICE O.

A ficha de registro – seção 2 (APÊNDICE I) solicita das equipes os resultados da pesquisa e as referências. A maior parte das equipes não soube como registrar as referências. Como a aula 5 foi usada para tirar dúvidas, as respostas dessa ficha na ABP 02 ficaram mais organizadas.

Percebe-se a importância das fichas de registro para a análise da:

- interpretação do texto;

- organização das ideias e estratégias de pesquisa, com o levantamento de objetivos;
- elaboração de hipóteses;
- pesquisa individual e apresentação das referências;
- aprendizagem significativa e crítica, a partir da solução apresentada.

#### **4.5.3 Mapas conceituais – textos 1 e 2**

A maior dificuldade das equipes esteve na construção dos mapas conceituais. Houve muita resistência pelo fato de os alunos considerarem difícil a sua elaboração. Muitos confundiram com os mapas mentais, que hoje são frequentemente utilizados para a elaboração de resumos esquemáticos de um assunto visto em sala. Os mapas mentais não exigem hierarquia de conceitos, do mais geral para o mais específico, ou a formação de proposições através das conexões explicativas. As orientações da aula 5 foram válidas porque alguns mapas ficaram mais ricos e organizados hierarquicamente, com conexões explicativas mais coerentes. No APÊNDICE P há exemplos de mapas conceituais dos dois textos.

#### **4.5.4 Auto avaliação – avaliação formativa**

Essa ficha solicita dos alunos a avaliação de participação dos colegas em todas as etapas (APÊNDICE J). Os pontos observados chamaram a atenção dos componentes das equipes, principalmente no que se refere à contribuição para a solução do problema com argumentações pertinentes, à realização da pesquisa individual, à participação na construção do mapa conceitual e no debate.

Após duas sessões de ABP, os participantes indicaram os colegas com maior dificuldade para realizar o trabalho colaborativo. Cada ficha foi preenchida individualmente, e foi possível perceber a concordância dos resultados das avaliações, identificando aquele colega que, segundo a maioria da equipe, não cooperou, ou aquele colega que teve nota máxima em todas as etapas. Esse tipo de avaliação faz com que o participante reflita sobre suas ações no processo, já que avaliar os colegas sem os critérios exigidos apresentará um resultado discordante dos demais. No APÊNDICE Q temos exemplos de três fichas de avaliação de uma equipe formada por cinco alunos.

#### **4.5.5 Jogo você é um astro ingênuo?**

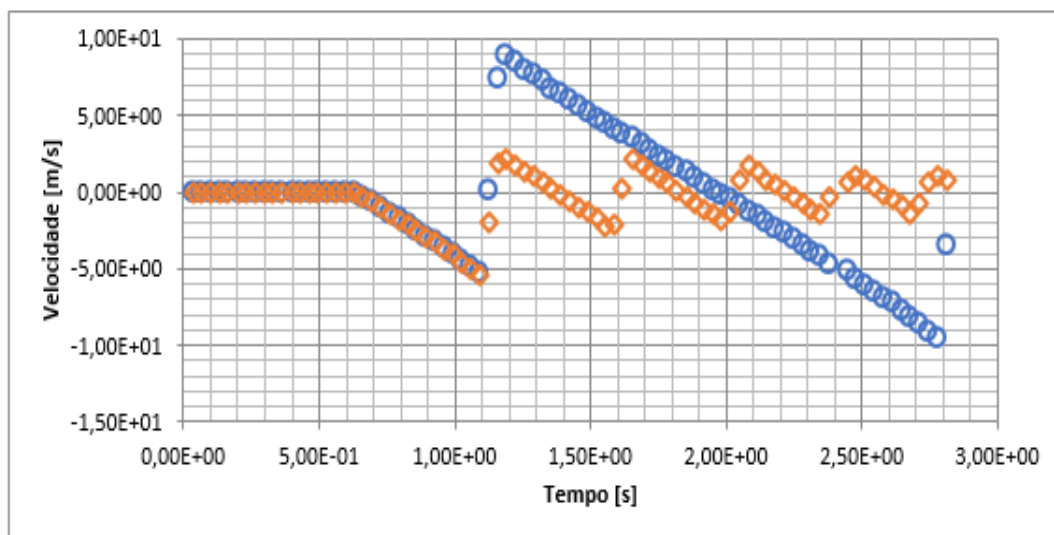
A aplicação do jogo não teve uma avaliação mais específica, além do questionário de satisfação dos alunos com relação às etapas de aplicação do produto, a percepção do tutor e os comentários das equipes. As turmas participaram do jogo durante uma aula. Algumas das turmas continuaram a jogar em parte de outra aula ou no intervalo, mas não foi tempo suficiente para trabalhar com todas as questões disponíveis para cada tabuleiro.

Nos APÊNDICE R e S estão as questões, separadas pelo nível de processo cognitivo exigido, segundo a taxonomia de Bloom. São questões cujas respostas estão inseridas no texto das seções 2.4 e 2.5, em que apresentamos os conceitos da Astronomia e do momento linear, utilizados no produto. Há questões que exigem das equipes a construção da argumentação a partir daqueles conceitos, em contextos do cotidiano dos alunos.

O vídeo gravado na CCTECA Galileu Galilei foi utilizado para análise da velocidade e momento angular de queda e de subida das bolas, após impacto no solo (Figura 26 da seção 3.3.3). Com o tracker obteve-se dois gráficos: o da velocidade e o de momento linear em função do tempo. Esses gráficos foram utilizados para a elaboração do desafio utilizado no jogo (APÊNDICE G).

Ao observar o gráfico da velocidade em função do tempo (Gráfico 34), percebe-se que, antes do impacto com o solo, a velocidade das bolas é a mesma, em cada instante da queda.

**Gráfico 34 - Velocidade em função do tempo para a queda simultânea das bolas de volei e de tênis, com a de tênis sobre a de volei**



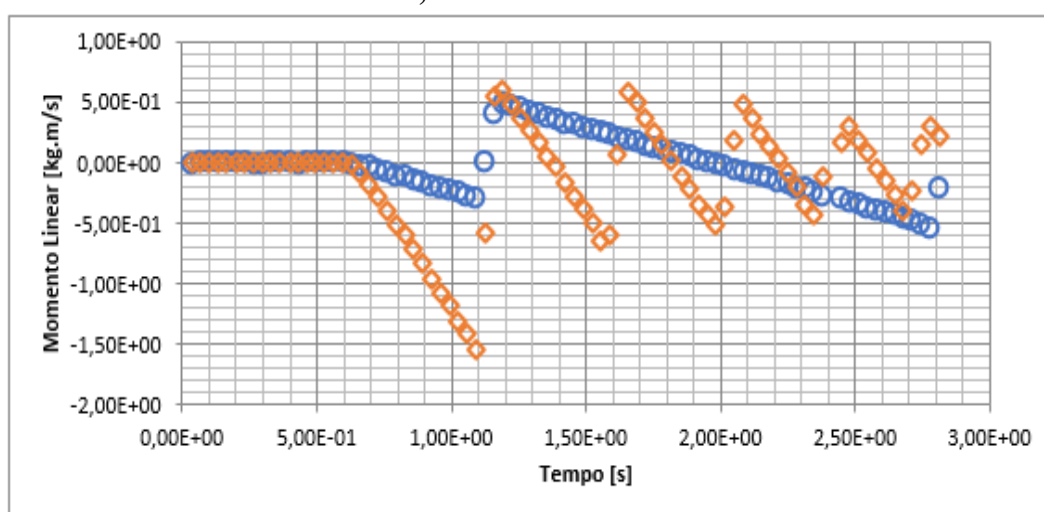
Fonte: Autoria própria.

Após o impacto com o solo, um dos objetos adquire velocidade maior (objeto azul do gráfico), e a curva mostra que demora um tempo maior para atingir a altura máxima, onde a velocidade é igual a zero. A curva para o objeto vermelho mostra que sua velocidade após o

impacto é menor e gasta menos tempo para atingir a altura máxima, por isso bate no chão duas vezes, enquanto o objeto azul sobe.

O gráfico do momento linear em função do tempo (Gráfico 35) mostra que, na queda, o objeto vermelho tem sempre momento linear maior do que o do objeto azul, a cada instante. Se durante a queda as suas velocidades são iguais, como observado no primeiro gráfico, significa que o objeto vermelho tem maior massa, e ele representa a bola de vôlei. O objeto azul representa a bola de tênis.

**Gráfico 35 - Momento linear em função do tempo para a queda simultânea das bolas de vôlei e de tênis, com a de tênis sobre a de vôlei**



Fonte: Autoria própria.

As questões do desafio solicitam das equipes essa avaliação. Por ser mais trabalhosa e exigir um nível de cognição elevado (avaliação), o sucesso na resposta dará mais pontos à equipe.

As turmas de primeiro ano do ensino médio desse ano (2019) solicitaram a aplicação do produto, citando: os vídeos, os textos (principalmente o texto da ABP 02), os experimentos e principalmente o jogo. A aceitação do jogo nas turmas foi percebida durante a apresentação do mesmo, durante a competição, e quando as equipes solicitaram a aula seguinte para continuar jogando. Na Escola Estadual Leandro Maciel a professora Jéssica também testemunhou a participação ativa no jogo e a mesma solicitação.

As cores da roleta e da ampulheta, o spinner, as imagens dos tabuleiros e das cartas nos envelopes chamaram a atenção de todos, esteticamente. As questões provocaram a curiosidade das equipes porque, segundo eles, solicitavam desde conceitos curiosos da Astronomia até situações que solicitavam encenações ou testes dos participantes.

## 5 CONCLUSÃO – PERSPECTIVAS FUTURAS

O trabalho em equipe, se devidamente orientado, exige a troca de idéias, o respeito ao próximo, a responsabilidade na realização das tarefas e o compromisso na participação dos debates. Esse processo desenvolve nos alunos as habilidades necessárias para a resolução de problemas e a competência para usá-las em outros contextos. As relações interpessoais se desenvolvem, o aluno não se sente solitário ou desestimulado diante de maiores desafios. Estar lado a lado é uma maneira de estimular o aluno a não desistir do processo de aprendizagem, mas também a conviver em sociedade.

Se na Aprendizagem Baseada em Problemas(ABP) o estudante torna-se o centro do processo, responsável pelo seu aprendizado, o tutor é apenas o orientador. Ele não ensina o conceito. Uma característica importante, desenvolvida pelo estudante nesta metodologia de ensino, diz respeito a autonomia. Aprender a ser autônomo favorece o amadurecimento do estudante no mundo em que vive, mas, muitas vezes há o desconforto dos primeiros passos: aprender a criar estratégias para identificar os conceitos que deve pesquisar, a organizar os dados e a interagir. Outro aspecto importante trabalhado na ABP diz respeito ao fato de que o estudante tem a possibilidade de uma aprendizagem monitorada, pois estará sendo avaliado permanentemente, de maneira formativa.

É importante identificar os conceitos que podem ser desenvolvidos com a metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas. A formalidade matemática de alguns conceitos físicos solicita a interferência direta do professor, principalmente para o aluno que chega ao ensino médio. Nesse caso o professor pode associar outras metodologias ativas (centradas no aluno e na aprendizagem) ou ferramentas que exigem a interação entre os alunos. A aula tradicional (centrada no ensino e no professor) não consegue fazer com que os alunos interajam com o meio, utilizando o máximo de habilidades, quando comparada à aula que se utiliza da ABP. Ele precisa pensar, fazer, agir, errar, tendo a chance de descobrir porque errou. E fica menos doloroso errar quando está ao lado de outros que também erram, mas que, juntos, buscam uma solução.

Este produto associou outras ferramentas de ensino à ABP a e adaptou a sua aplicação, quando propôs a aula experimental entre os dois tutoriais da ABP 02. O tutor apresentou orientações em forma de vídeo e roteiros para a realização de experimentos. Essa interferência foi vital para a verificação da importância de quantidade de movimento em colisões. Também foi proposta a aula de consolidação do conceito, em que se buscou no cotidiano do aluno situações interpretadas e descritas matematicamente com o resultado dessa aprendizagem.

Houve um receio inicial de que, sentindo-se “livres” no processo de levantamento de questões problema dos textos, escolha dos objetivos de pesquisa, argumentação e decisão, as equipes não conseguissem perceber a importância do conceito quantidade de movimento e sua conservação no contexto apresentado, ou no seu cotidiano. Mas o vídeo A Formação do Sistema Solar e da Terra, os dois textos, os experimentos, a aula de consolidação e o jogo são ferramentas de um conjunto que exigiu do aluno, de forma crescente, o desenvolvimento de conceitos relacionados ao estudo dos movimentos, e mais especificamente, de momento linear e sua conservação, no contexto da Astronomia.

Este produto tem um caráter modular, porque há etapas que são optativas: a formação das equipes pode ser livre; o tutor pode optar por não trabalhar com mapas conceituais e, com isso, não precisa apresentar o vídeo tutorial Mapas conceituais e o Cmap Tools; a primeira ABP apresenta características dos movimentos no contexto da Astronomia, mas não trabalha especificamente com quantidade de movimento, então o tutor tem a liberdade de não aplicar a primeira ABP, o que lhe permitiria utilizar duas aulas a menos, ou usá-las para trabalhar mais qualquer outra etapa do produto, como por exemplo, exercitar mais questões de cálculo.

A análise e comparação dos resultados das avaliações diagnósticas mostrou que é possível aprender o conceito da quantidade de movimento e sua conservação, utilizando a sequência didática proposta. Na aplicação da avaliação diagnóstica 02 houve uma evasão de 5,5% a 27% dos alunos da rede particular, e de 38,1% a 47,4% dos alunos da rede pública. Os motivos para essa evasão foram explicados anteriormente, mas se ela fosse menor, e os alunos da rede pública participassem mais das aulas da tarde, talvez os resultados fossem ainda melhores.

É importante lembrar que algumas turmas têm um maior número de alunos com necessidades especiais (déficit de atenção, síndrome de down, autismo e outros), e isso faz com que a diferença nos resultados da avaliação seja maior. No caso da rede particular os alunos ainda não tinham visto as leis de Kepler. A professora das turmas da rede pública afirmou que os alunos já tinham visto esse assunto, o que ajudou em parte de uma ou duas questões da avaliação.

A aplicação do produto na rede pública foi de fundamental importância, para verificar a aplicabilidade do mesmo por outro professor ou em uma escola da rede pública. O material foi compartilhado com a professora Jéssica através do dropbox e ela se comunicou para tirar algumas dúvidas de procedimentos. A necessidade de Jéssica, em tirar algumas dúvidas de procedimento, estimulou a elaboração de orientações mais detalhadas para a aplicação das três primeiras aulas. O autor deste produto participou das duas primeiras aulas de aplicação na

escola Leandro Maciel, da rede pública e percebeu a resistência à formação de equipes conforme as orientações do produto. A professora teve que se adaptar à situação porque havia colegas que não queriam se separar.

Na análise final da aplicação do produto, foi feita a seguinte pergunta à Jéssica: “Se você fosse aplicar esse produto novamente, o que mudaria?”. A professora respondeu: “eu mudaria a minha postura. Seria mais dura, como de fato estou sendo este ano.”; “no produto eu creio que não precisa mudar nada”; “o que eu mudei foi o tempo de aplicação, que foi maior, como eu te disse, pois a pesquisa na internet foi feita em sala”; “e a aula sobre os conceitos, aquela que tinha algumas questões pra resolver, eu daria mais uma aula pra que eles tivessem mais tempo para pensar.

A realização dos experimentos seguindo os roteiros, as atividades da aula de consolidação e a participação no jogo (Você é um astro ingênuo?) exigiu do aluno a busca de conceitos prévios e o desenvolvimento de novos conceitos e habilidades. De uma aula para outra, as equipes foram aprofundando as observações e transpondo o contexto apresentado. O jogo conseguiu, com bastante sucesso, aproximar ainda mais os colegas de equipe. Todos se envolveram no processo de comunicação, com a intenção de competir e vencer. Essas três ferramentas permitem que o aluno trabalhe a sua memória de longo prazo, mas o jogo, segundo os alunos, “facilita a aprendizagem e é mais divertido”.

A pergunta que fica, diante dessa afirmação, é: que conceitos físicos podem ser trabalhados com a ABP? É claro que neste produto ela sofreu adaptações, necessárias ao perfil dos jovens da primeira série do ensino médio.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, R. **Eclipse lunar**. [s.l.]. Linha Astral, 7 ago. 2017. Disponível em: <https://www.linha-astral.com.br/eclipse-lunar-7-agosto-2017/>. Acesso em: 18 abr. 2018.
- ALEMDOCOSMOS. **Formação do Sistema solar e da Terra**. [s.l.]. YouTube, 14 ago. 2013. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=QIoEcy2bhNI>. Acesso em: 20 jul. 2018.
- ANJOS, S. **Forma e movimentos da Terra**. AGA 210 – 2. sem. 2016. Disponível em: [http://www.astro.iag.usp.br/~aga210/pdf\\_2016b/Rot3\\_2016.pdf](http://www.astro.iag.usp.br/~aga210/pdf_2016b/Rot3_2016.pdf). Acesso em: 20 jun. 2018.
- ASTRONOO. **Simulador 3D, posições dos asteróides**. [s.l.]. Atualizado em: 24 out. 2013. Disponível em: <https://bit.ly/2Qijf6j>. Acesso em: 10 jun. 2018.
- AVION, D. **Freud, S (1914): Recordar, repetir, reelaborar**. Todo a pulsion, 29 jul. 2015. Disponível em: <http://todoapulsion.blogspot.com/2015/07/freud-s-1914-recordar-repetir-reelaborar.html>. Acesso em: 18 abr. 2018.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996, 314p.
- Banco de questões. **Super Professor**. Disponível em: [https://www.sprweb.com.br/mod\\_superpro/index.php](https://www.sprweb.com.br/mod_superpro/index.php). Acesso em 12 fev. 2018.
- BERBEL, N. N.: Problematization and Problem-Based Learning: different words or different ways? **Interface — Comunicação, Saúde, Educação**, v. 2, n. 2, 1998.
- BRASIL, Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+). **Ciências da natureza e matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC, 2002.
- BRASIL. **Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/SEB, 2006. 57p.
- BRASIL, Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+). **Ciências da natureza e matemática e suas tecnologias**. v. 2, Brasília: MEC, 2006. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book\\_volume\\_02\\_internet.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf)
- Buraco em Estação Espacial foi feito de propósito, dizem russos. **Revista Galileu**, 5 nov. 2018. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2018/09/buraco-em-estacao-espacial-foi-feito-de-proposito-dizem-russos.html>. Acesso em: 5 nov. 2018.
- CAMTASIA. **Software editor de vídeo camtasia studio**. [s.d.] Disponível em: <https://www.techsmith.com/video-editor.html>. Acesso em: 3 jul. 2018.
- CARVALHEIRO, M. S. **Física forense aplicada ao ensino da Física**. Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. Universidade Estadual de Maringá. 2018.157p.
- CRUZ, J. A. **Desenvolvimento e avaliação de uma história em quadrinhos para o ensino de Astronomia**. Dissertação de Mestrado. Araguaína/TO, Universidade Federal do Tocantins, UFT, 2018. 51p.

Eclipse solar. **Significados**, 16 jan. 2018. Disponível em:  
<https://www.significados.com.br/eclipse-solar/>. Acesso em: 18 abr. 2018.

ESO. **ALMA**: em busca das nossas origens cósmicas. Disponível em:  
<https://www.eso.org/public/brazil/teles-instr/alma/>. Acesso em: 22 jun. 2019.

Estações do ano. **Pixabay**, [s.d.]. Disponível em:  
<https://pixabay.com/pt/vectors/esta%C3%A7%C3%B5es-do-ano-ano-%C3%A1rvore-natureza-2019523/>. Acesso em 15 abr. 2018.

FERRAZ, A. P. D. C. M.; BELHOT, R. V. **Taxonomia de Bloom**: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. *Gest. Prod.* [online], v.17, n.2, p.421-431, 2010.

FORSYTHE, G. **Bloom's Cognitive Taxonomy Circle**. Flickr, 3 nov. 2014. Disponível em:  
<https://www.flickr.com/photos/gforsythe/15702021271/in/photostream/>. Acesso em: 20 abr. 2018.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. São Paulo: Paz e Terra, 2017.

\_\_\_\_\_. **A pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2015.

FUKUI, A.; MOLINA, M. M.; VENÊ. **Ser protagonista**: Física, 1º ano. Ensino médio, v.1. 3. ed. São Paulo: Edições SM, 2016.

GIMP. Downloads, 2018. Disponível em: <https://www.gimp.org>. Acesso em: 18 abr. 2018.

GOOGLE MAPS. **COESI**. [s.d.]. Disponível em: <https://www.google.com/maps/place/Coesi/@-10.9452244,-37.0672369,15z/data=!4m5!3m4!1s0x0:0x57db76d81f58ebd9!8m2!3d-10.9452245!4d-37.0672369?hl=en>. Acesso em: 15 fev. 2018.

GOOGLE MAPS. **Colégio Módulo**. [s.d.]. Disponível em:  
<https://www.google.com/maps/search/modulo/@-10.95431,37.0713175,17z/data=!3m1!4b1?hl=en>. Acesso em: 15 fev. 2018.

\_\_\_\_\_. **Colégio Estadual Leandro Maciel**. [s.d.]. Disponível em:  
<https://www.google.com/maps/place/Col%C3%A9gio+Estadual+Leandro+Maciel/@-10.930286,-37.0802087,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x71ab3bd06e28295:0x1e99f131776aa8e2!8m2!3d-10.930286!4d-37.07802?hl=en>. Acesso em: 15 mar. 2019.

HETEM, J. G.; PEREIRA, V. J. **Fundamentos de astronomia**, 2000. Disponível em:  
<http://www.astro.iag.usp.br/~jane/aga215/apostila/cap01.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2019.

\_\_\_\_\_. **Fundamentos de astronomia**, 2000. Disponível em:  
<http://www.astro.iag.usp.br/~jane/aga215/apostila/cap02.pdf>. Acesso em 20 jan. 2019.

IHMC CmapTools. **Programa de elaboração gráfica de Mapas Conceituais**. Atualizado em 2018. Disponível em: <https://www.baixaki.com.br/download/cmaptools.htm>. Acesso em: 15 fev. 2018.

IZAIAS, R. D. S. **Aprendizagem Baseada em Problemas no ensino de Ciências: um estudo sobre sua aplicabilidade na educação de jovens e adultos.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2016. 95p.

JUTTEL, L. P. Instrumentos aproximam homem do Cosmos. **ComCiência - Revista Eletrônica de Jornalismo Científico.** 2007. Disponível em: <http://www.comciencia.br/comciencia/index.php?section=8&edicao=27&id=313&tipo=0>. Acesso em: 16 jun. 2019.

LEITE, A. **Orla pôr do sol.** Facebook/MTéSERGIPE, 16 maio 2014. Disponível em: <http://sergipeemfotos.blogspot.com/2014/05/orla-por-do-sol-em-aracaju-stand-up.html>. Acesso em 15 abr. 2018.

LOPES, N. A.; ORLANDO, M. T. D.; BOLZAN, M. S. Impulso e quantidade de movimento: uma proposta de aprendizagem por meio de uma unidade de ensino Potencialmente Significativa, p. 10-15 . In: **VII Encontro Científico de Física Aplicada: anais. [=Blucher Physics Proceedings, v.3, n.1]**. São Paulo: Blucher, 2016. ISSN 2358-2359, DOI 10.5151/phypro-vii-efa-003

LRO. **Moon Phases 2016.** Disponível em: <https://go.nasa.gov/2xMg2VP>. Acesso em: 10 jun. 2018.

MEIRIEU, P. **Aprender ...sim, mas como?** Porto Alegre: Artmed, 1998.

\_\_\_\_\_. **A pedagogia entre o dizer e o fazer: a coragem de começar.** Tradução Fátima Murad. Porto Alegre: Artmed, 2002.

\_\_\_\_\_. **Carta a um jovem professor.** Tradução Fátima Murad. Porto Alegre: Artmed, 2006.

MOREIRA, M. A.; CABALLERO, M. C.; RODRIGUEZ, M. L. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. In: **Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo: actas.** Burgos, España, 15-19 de sep.,1997.

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. **Revista Chilena de Educación Científica**, 2005, vol. 4, n. 2, p. 38-44. Revisado em 2012.

\_\_\_\_\_. Organizadores prévios e aprendizagem significativa. **Revista Chilena de Educación Científica**, 2008, v. 7, n. 2, p. 23-30. Revisado em 2012.

MULTIMEDIA. **Tour virtual na ISS.** Disponível em: <http://esamultimedia.esa.int/multimedia/virtual-tour-iss/>. Acesso em 5 jun. 2018.

MUNHOZ, A. S.. **ABP - Aprendizagem Baseada em Problemas: ferramenta de apoio ao docente no processo de ensino e aprendizagem.** São Paulo: Cengage Learning, 2015.

NEXO JORNAL. **Como funciona a influência da Lua na marés.** 2017. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=sYss-N7EnEw>. Acesso em: 8 maio 2018.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprender a aprender**. New York-USA: Departamento de Educação, New York State College of Agriculture and Life Sciences, Cornell University, 1984.

NUSCA, A. **International space station to fall into ocean in 2020**. ZDNet, 27 jul. 2011. Disponível em: <https://www.zdnet.com/article/international-space-station-to-fall-into-ocean-in-2020/>. Acesso em: 8 maio 2018.

OLIVEIRA, K. S.; SARAIVA, M. F. **Astronomia e Astrofísica**. 3. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2013.

\_\_\_\_\_. Movimento dos planetas. *Astronomia e Astrofísica*, 21 ago. 2006. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/p1/p1.htm>. Acesso em: 20 abr. 2018.

OPENSHOT. **Video editor**. Disponível em: <https://www.openshot.org/download/>. Acesso em: 5 mai. 2018.

PACIEVITCH, T. Planetário: navegando e aprendendo. **Infoescola**. Disponível em: <https://www.infoescola.com/astronomia/planetario/>. Acesso em: 16 mar. 2019.

PEDUZZI, L. O. Q.; PEDUZZI, S. S. **Física Básica B**. Florianópolis: Editora UFSC/EAD/CED/CFM, 2010.

PENA, R. F. A. Movimentos da Terra. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilestola.uol.com.br/geografia/movimentos-terra.htm>. Acesso em: 05 de out. 2018.

PIETROCOLA, M. **A Matemática como estruturante do conhecimento físico**. *Cad. Cat. Ens. Fís.*, v.19, n.1: p.89-109, ago. 2002.

PIETROCOLA, M.; POGIBIN, A.; ANDRADE, R.; ROMERO, T. R. **Física em contextos**, v.1. São Paulo: Editora do Brasil, 2016.

PONTOCIÊNCIA. **Pontociência - Brincando com o Pêndulo de Newton**. 2010. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=tG65CGR1adU>. Acesso em 10 jun. 2018.

PROJETO FÍSICA. **Gráfico das posições do movimento retrógrado orbital do planeta Marte**. Fundação Calouste Gulbenkian, 1980. Adaptado. Disponível em: [http://professorbiriba.com.br/boilerplate/html/primeiro\\_ano/fasciculo1/nivel-verde/pagina19-verde.html](http://professorbiriba.com.br/boilerplate/html/primeiro_ano/fasciculo1/nivel-verde/pagina19-verde.html). Acesso em 5 maio 2018.

RAINE, D.; SYMONS, S.; **PossibiLities: a practice guide to Problem-based Learning in Physics and Astronomy**. The Higher Education Academy Physical Sciences Centre Publications, Hull-UK. 2005. ISBN

RIBEIRO, L.R.C. **Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL): uma experiência no ensino superior**. São Carlos: EdUFSCar, 2010.

RODRIGUES; SCARANO JR. **PBL: Aprendizagem Baseada em Problemas**. Astutos – UFS. You Tube, 10 jul. 2019. Disponível em: <https://youtu.be/w7KVDHioID4> e em <https://youtu.be/w7KVDHioID4?t=193>. Acesso em 10 jul. 2019a.

RODRIGUES; SCARANO JR. **Mapas Conceituais e o Cmap Tools**. Astutos – UFS. You Tube, 10 jul. 2019. Disponível em: <https://youtu.be/YBQBpk6wBKs>. Acesso em 10 jul. 2019b.

RODRIGUES; SCARANO JR. **Experimento sobre Transferência de Quantidade de Movimento**. Astutos – UFS. You Tube, 12 jul. 2019. Disponível em: <https://youtu.be/FdzyehP--gk>. Acesso em 12 jul. 2019c.

SARAIVA, M. F. O. Glossário de Astronomia. Em construção. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~fatima/glossario.html>. Acesso em: 26 maio 2019.

SARAIVA, M. F. O.; OLIVEIRA FILHO, K.; MULLER, A. M. **Aula 03: movimento anual do Sol e estações do ano**. 2001a. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/Aula3-141.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2019.

SARAIVA, M. F. O.; OLIVEIRA FILHO. **Nutação precessão**, modif 17 set. 2016. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/fordif/node8.htm>. Acesso em: 18 abr. 2018.

\_\_\_\_\_. **Aula 04: fases da Lua e eclipses**. 2001b. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/Aula4-132.pdf>. Acesso em 16 mar. 2019.

\_\_\_\_\_. **Aula 08: forças gravitacionais diferenciais – marés e precessão**. 2010. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~fatima/fis2010/Aula8-132.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2019.

SANTOS, E. F. **Variáveis Cefeidas e e Contribuição Feminina na Ciência**: recursos para o ensino de oscilações, ondas e óptica. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2017. 88p.

SANTOS, J. P. **Aprendizagem Cooperativa**: estudando conceitos físicos de cor e espectro através da astronomia. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018. 140p.

SILVA, B. F. D. **Proposta de Sequência didática para ensino de Tópicos de Astronomia na Disciplina de Física no Ensino Médio**. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) Dourados: UFGD, 2018.

SILVEIRA, F. L. **Microgravidade**: forças de maré na Estação Espacial Internacional? CREF – Centro de Referência de Ensino de Física. Ufrgs, 2013. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=microgravidade-forcas-de-mare-na-estacao-espacial-internacional>. Acesso em: 23 jan. 2019.

SOARES, V. K. S. **Desenvolvimento do conhecimento físico com a aprendizagem baseada em problemas**: análise das interações discentes. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Sergipe, 2017. 144 p.

SOUSA, A. M. O. P.; ALVES, R. R. N. A neurociência na formação dos educadores e sua contribuição no processo de aprendizagem. **Revista Pedagogia**, ano 105, v. 34, p. 320-331, 2017.

SOUZA, S. C.; DOURADO, L. **Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)**: um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo. HOLOS [online], maio 2015. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=481547288017>. ISSN 1518-1634. Acesso em 25 fev. 2019.

SOUZA, H. V. A órbita da Lua, os eclipses e a translação ao redor do Sol. **Nova Escola, Ciências**, 8º ano, Terra e Universo, jun./jul. 2019. Disponível em: <https://novaescola.org.br/plano-de-aula/2244/o-eclipse-lunar>. Acesso em: 20 jun. 2019.

SOUZA, H. V. A órbita da Lua, os eclipses e a translação ao redor do Sol. **Nova Escola, Ciências**, 8º ano, Terra e Universo. Disponível em: <https://novaescola.org.br/plano-de-aula/2245/a-orbita-da-lua-os-eclipses-e-a-translacao-ao-redor-do-sol>. Acesso em: 20 jun. 2019.

SUPER PROFESSOR. Banco de questões. Disponível em: [https://www.sprweb.com.br/mod\\_superpro/index.php](https://www.sprweb.com.br/mod_superpro/index.php). Acesso em 12 fev. 2018.

Tudoparaoprofessor. **Movimentos da Terra YouTube**. 2013. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=QyXxDXp0udM>. Acesso em: 5 out. 2018.

Turistas atrapalham funcionamento do maior telescópio do mundo. **Revista Galileu**, 27 ago. 2018. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Espaco/noticia/2018/08/turistas-atrapalham-funcionamento-do-maior-telescopio-do-mundo.html>. Acesso em: 15 jun. 2019.

UBIIE. **Órbita da Terra já acumula 7,5 mil toneladas de sucata**. 30 abr. 2018. Disponível em: <https://www.ubiie.com/2018/04/30/orbita-da-terra-ja-acumula-75-mil-toneladas-de-sucata/>. Acesso em: 08 maio 2018.

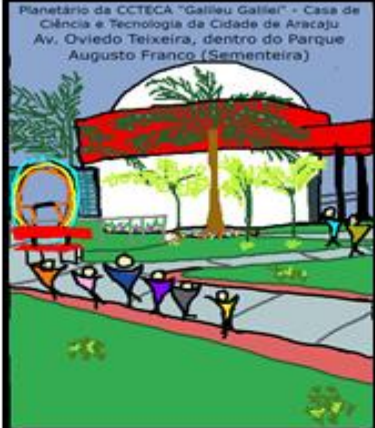


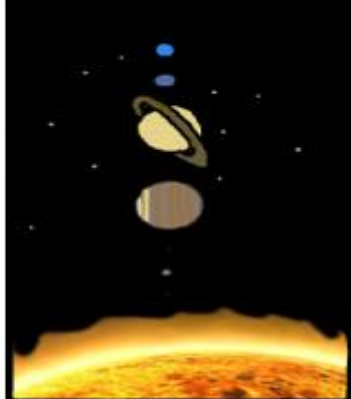
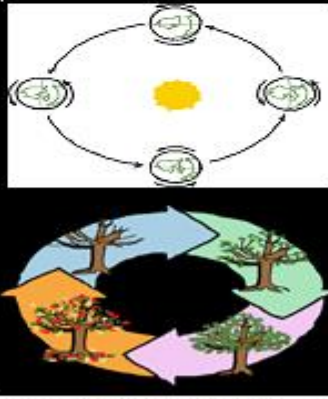
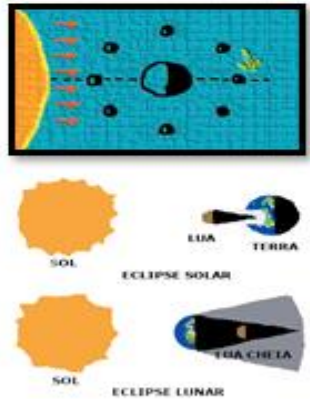
VIEGAS, S. M. M. **No coração das galáxias**. São Paulo: Edusp, 2007.

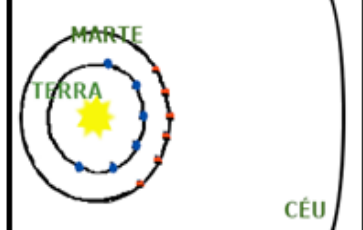


WP. **Planets2008**. Wikimedia Commons, 19 fev. 2013. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=45707916>. Acesso em: 19 abr. 2018.

**APÊNDICES**

## APÊNDICE A – A Terra observa Marte... (I)

Texto A TERRA OBSERVA MARTE... na versão para o aluno

		
<p>Cauã tem 14 anos, está iniciando o Ensino Médio e gosta de tudo o que se refere a Astronomia.</p>	<p>Ele e seus colegas não paravam de olhar para cima... Tinham a sensação de estar fora do planeta, viajando no espaço. Todos estavam atentos ao vídeo mostrado pelo universitário Eduardo, monitor no planetário.</p>	<p>Os pais de Cauã, Antônio e Edna, são professores da Universidade Federal de Sergipe e já o tinham levado para observar os planetas através de telescópios, no departamento de Física.</p>
		
<p>No planetário, imagens realísticas de planetas, satélites, estrelas e outras transportavam a todos em uma grande viagem através do Universo. João, colega de turma, perguntou ao monitor a importância de se conhecerem os corpos celestes ali mostrados.</p>	<p>Eduardo respondeu que, por exemplo, conhecer os movimentos da Lua, da Terra e do Sol era importante para entender as estações do ano e a contagem do tempo.</p>	<p>Cauã lembrou que também deveríamos considerar as fases da Lua<sup>4</sup> e os eclipses, e o monitor sugeriu que os alunos visitassem a página do planetário e acessassem o simulador em <a href="https://go.nasa.gov/2xMg2VP">https://go.nasa.gov/2xMg2VP</a>.</p>

		
<p>Flávia, aluna da turma, disse que o avô explicou a importância desses movimentos para entender o fenômeno das marés, que influenciam os ciclos da agricultura. João perguntou como se dá essa influência e se os movimentos da Terra seriam os de rotação e de translação.</p>	<p>A rotação e a translação são os movimentos de maior influência sobre a humanidade, mas há variações do movimento de rotação da Terra, como é o caso da precessão e da nutação. Então como saber e explicar se a face oculta da Lua pode ser considerada a face escura dela?</p>	<p>O monitor apresentou o “blog” do planetário e os alunos ficaram curiosos com um simulador de órbitas de planetas<sup>2</sup>, no link <a href="https://bit.ly/2Qijf6j">https://bit.ly/2Qijf6j</a>. Eles observaram atentamente as órbitas da Terra e de Marte para responder o desafio lançado pelo monitor.</p>
 <p>Todos teriam que traçar na linha do céu da imagem (figura), o movimento de Marte visto da Terra. E então, com os argumentos adequados, explicar a resposta à pergunta: o planeta Marte se aproxima ou se afasta da Terra?</p>	<p>1.</p>  <p><a href="https://go.nasa.gov/2xMg2VP">https://go.nasa.gov/2xMg2VP</a></p>	<p>2.</p>  <p><a href="https://bit.ly/2Qijf6j">https://bit.ly/2Qijf6j</a></p>

Fonte: PIXABAY [s.d.]; SARAIVA, M. F. O.; OLIVEIRA FILHO (2016); WP (2013)<sup>30</sup>

<sup>30</sup> <https://pixabay.com/pt/vectors/esta%C3%A7%C3%B5es-do-ano-ano-%C3%A1rvore-natureza-2019523/>.  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=45707916>.  
<http://astro.if.ufrgs.br/fordif/node8.htm>.

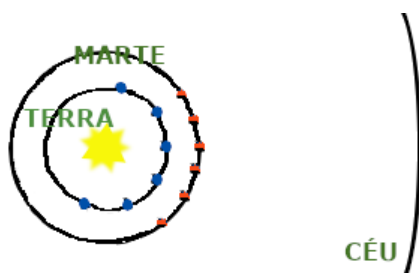
## APÊNDICE B – A Terra observa Marte... (II)

Envolvido pela bela imagem azul, Cauã não parava de olhar para cima... Tinha a sensação de estar fora do planeta, viajando no espaço. Os colegas de turma também estavam atentos ao vídeo mostrado pelo universitário Eduardo, monitor no **planetário** da CCTECA “Galileu Galilei” - Casa de Ciência e Tecnologia da Cidade de Aracaju, localizada na av. Oviêdo Teixeira, dentro do Parque Augusto Franco (Sementeira). Cauã tem 14 anos, está iniciando o Ensino Médio e gosta de tudo o que se refere a **Astronomia**. Os pais de Cauã, Antônio e Edna, são professores da Universidade Federal de Sergipe e já o tinham levado para observar os planetas através de **telescópios**, no Departamento de Física.

No planetário de pequeno porte, com uma cúpula de 6m de diâmetro, Eduardo mostrava aos estudantes que o teto arredondado simulava a visão que temos do céu. O projetor digital é capaz de simular em 3D imagens realísticas de **planetas, satélites, estrelas** e outras imagens que nos transportam a uma grande viagem através do Universo. O colega de sala de Cauã, João, perguntou ao monitor a importância de se conhecerem os **corpos celestes** ali mostrados, e Eduardo respondeu que, por exemplo, conhecer os **movimentos da Lua, da Terra e do Sol** era importante para entender as **estações do ano** e a **contagem do tempo**.

Cauã lembrou que também deveríamos considerar as **fases da Lua**<sup>1</sup> e os **eclipses**, e o monitor disse que ele estava correto, sugerindo que os alunos visitassem a página do planetário e acessassem o simulador em <https://go.nasa.gov/2xMg2VP> (1). Flávia, aluna da turma, disse timidamente que o avô era agricultor e falava da importância desses movimentos para o fenômeno das **marés**, que influenciam os **ciclos da agricultura**. Logo depois, João perguntou se os movimentos da Terra seriam os de rotação e de translação, e o universitário lançou um desafio, segundo o qual a turma deveria apresentar a argumentação necessária para responder a uma pergunta: **a face oculta da Lua** podia ser considerada a face escura dela?

Em seguida, Eduardo afirmou que a **rotação e a translação** são os movimentos de maior influência sobre a Humanidade, mas que há outros movimentos da Terra, importantes porque são responsáveis por mais movimentos, como é o caso da **precessão** e da **nutation**. Quando o monitor apresentou o “blog” do Planetário, os alunos ficaram curiosos com um simulador em 3D, de órbitas de planetas<sup>2</sup>, no link <https://bit.ly/2Qijf6j> (2). E veio o segundo desafio: Todos teriam que traçar na linha do céu da imagem (figura), **o movimento de Marte visto da Terra**. E então, com os argumentos adequados, explicar a resposta à pergunta: o planeta Marte se aproxima ou se afasta da Terra?



1.	2.
<a href="https://go.nasa.gov/2xMg2VP">https://go.nasa.gov/2xMg2VP</a>	<a href="https://bit.ly/2Qijf6j">https://bit.ly/2Qijf6j</a>

	Conceito conhecido
	Conceito talvez conhecido ou conhecido por alto
	Conceito desconhecido

## APÊNDICE C – A ISS e lixo espacial em rota de colisão

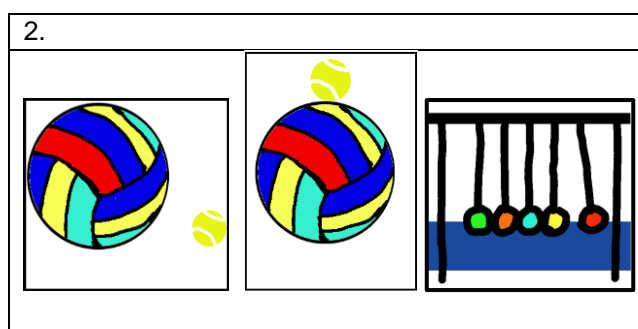
Orientado por Eduardo, Cauã “percorria” o interior da **ISS**, absorvendo todos os detalhes possíveis. Eduardo é um universitário que desenvolve um trabalho como monitor e apresenta aos visitantes as atrações do **planetário** da CCTECA Galileu Galilei (Casa de Ciência e Tecnologia da Cidade de Aracaju), situada na av. Oviêdo Teixeira, dentro do Parque Augusto Franco (Sementeira). Cauã e os colegas de turma do ensino medio faziam uma visita ao planetário e conheceram o projeto observando a **ESTAÇÃO ESPACIAL INTERNACIONAL (ISS)**, que também observa os efeitos da **microgravidade** no corpo humano.

Os visitantes podem conhecer o interior da ISS através de um **tour virtual** em <https://bit.ly/1DOOmF> e, de vez em quando, também observá-la em Sergipe, porque está a uma **altitude** média de 364 km e **orbita** a Terra com uma **velocidade média** de 27.600km/h. Ana, uma das alunas da turma, perguntou ao universitário como era possível a estação não se afastar do planeta, com toda essa velocidade. Ela sabia que, pelo **princípio da Inércia**, a tendência da estação não seria a de girar ao redor do planeta, pois nesse caso a **direção do movimento** da ISS muda o tempo todo. Cauã exclamou: é que existe **força**! O monitor então perguntou: que força seria essa?

Eduardo disse que em agosto controladores detectaram uma queda de **pressão** no interior da ISS, e que, após uma busca rigorosa, os **astronautas** encontraram um furo com cerca de dois milímetros no lado russo da mesma. Apesar de a fuga de ar ser pequena, os **tripulantes** poderiam ficar sem ar em 18 dias! Há anos cientistas alertam para a quantidade de **lixo espacial** que orbita a Terra, e isso poderia explicar a suspeita de colisão de lixo com a estação. A pedido de Cauã, o monitor explicou que as consequências de uma **colisão** dependem da quantidade de **energia** e da **quantidade de movimento** do objeto e da estação no instante do impacto.

Na sala principal da CCTECA, o universitário disse que testes com bolas de vôlei (ou basquete), tênis e o **pêndulo de Newton** poderiam ajudá-los nessa análise. A ideia seria abandonar simultaneamente uma bola de vôlei e outra de tênis de uma mesma altura, observar a queda das bolas e o movimento das mesmas após o ricochete. Com relação ao pêndulo de Newton, ele solicitou aos alunos que abandonassem uma, duas e depois três bolinhas, e que comparassem os resultados observados, seguindo uma sequência proposta<sup>2</sup>.

O monitor finalizou a exposição solicitando dos alunos os argumentos que explicassem a solução para a seguinte situação: um astronauta saiu da ISS para fazer um reparo na parte externa da estação. Ele se afastou para observar a mesma, mas ao tentar voltar percebeu que o cordão que o prendia à estação rompeu e que os **propulsores** do **SAFER** não funcionavam. Como voltar à ISS? Se conseguisse voltar, como evitar o ricochete forte e curto com a estação?

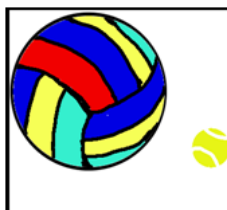


	Conceito conhecido
	Conceito talvez conhecido ou conhecido por alto
	Conceito desconhecido

## APÊNDICE D - Experimentos com bolas de vôlei e de tênis

### QUEDA SIMULTÂNEA DE UMA BOLA DE VÔLEI E UMA BOLA DE TÊNIS – MESMO NÍVEL

Considere duas bolas, uma de vôlei e outra de tênis. Abandone-as de uma mesma altura, lado a lado, simultaneamente:



1. Quem chega primeiro ao chão?
2. O que podemos observar sobre as velocidades das bolas a cada instante, durante a queda?
3. Esboce o gráfico da velocidade em função do tempo, para cada uma das bolas:
4. Após o impacto com o solo, como as bolas saem, com velocidades iguais ou diferentes?
5. O que podemos observar sobre as velocidades das bolas a cada instante, durante a subida?
6. Esboce o gráfico da velocidade para cada bola, em função do tempo, após o impacto:

### QUEDA SIMULTÂNEA DE UMA BOLA DE VÔLEI E UMA BOLA DE TÊNIS – UMA SOBRE A OUTRA

Considere que a bola de tênis é abandonada sobre a de vôlei, observe o vídeo com o conjunto abandonado à mesma altura da situação anterior:

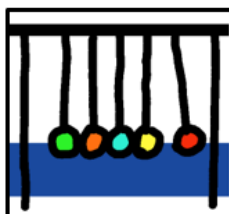


1. Elas têm a mesma velocidade no instante de impacto? Justifique:
2. Após o rebote elas saem com a mesma velocidade? Explique:
3. A velocidade da bola de tênis, após o rebote, é igual à velocidade antes do rebote? Como explicar?
4. Se a velocidade das bolas é a mesma antes e imediatamente após o impacto com o solo, como é que a bola de tênis consegue subir a uma altura maior do que aquela da qual foi abandonado?
5. Explique o que acontece com a quantidade de movimento de cada uma das bolas após o rebote:

## APÊNDICE E - Experimento com o pêndulo de Newton

### MOVIMENTO DAS BOLAS NO PÊNDULO DE NEWTON

Considere que uma, duas ou três esferas fossem abandonadas a partir de alturas variadas, e que comparassem os resultados observados, seguindo uma sequência proposta:



1. Ao abandonar uma esfera no pêndulo de Newton, o que acontece?
2. Por que apenas uma esfera sai em movimento?
3. O que muda quando se abandonam duas ou mais esferas, ao invés de apenas uma? Explique:
4. Por que as esferas intermediárias não se movimentam?
5. Explique o que acontece com a quantidade de movimento de cada esfera durante os impactos:
6. Do que depende a quantidade de movimento de cada bola após o impacto entre duas delas?

## APÊNDICE F - Atividade de sala - aula de consolidação

### ATIVIDADES DE SALA – QUANTIDADE DE MOVIMENTO

**COLÉGIO:** \_\_\_\_\_ **TURMA:** \_\_\_\_\_ **DATA:** \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**ALUNOS(AS):** \_\_\_\_\_

1. (Vunesp 2005 - ADAPTADA) Durante um jogo de futebol, uma bola atingiu acidentalmente a cabeça de um policial, em pé e imóvel, nas proximidades do campo. A bola, com massa de 400 g e velocidade de 8 m/s, bateu e voltou na mesma direção, porém com velocidade de 7 m/s.

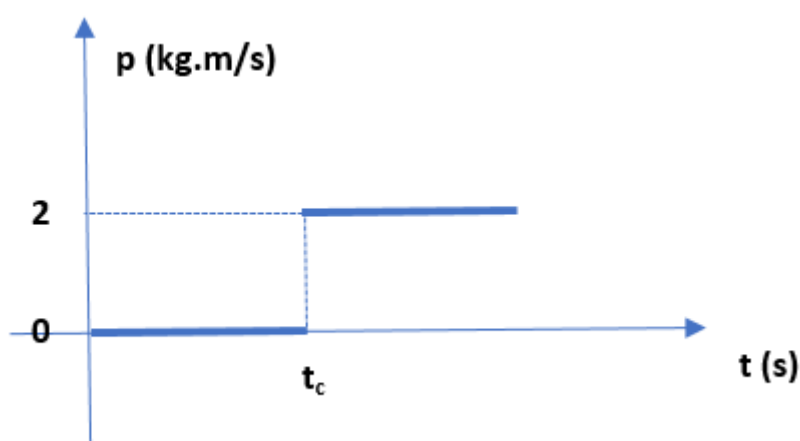
a) Qual foi a variação da quantidade de movimento (Impulso da força) exercida pela cabeça do policial na bola? Justifique:

b) Pode-se afirmar que ocorreu transferência de momento linear (quantidade de movimento) da bola para o policial durante o choque? Justifique.

2. (U. Uberaba – MG – ADAPTADA) A figura a seguir representa o momento anterior a uma colisão elástica entre as bolas 1 e 2 de massas iguais a 0,4kg cada. A bola 2 encontra-se inicialmente em repouso e a bola 1 anda com uma velocidade  $v$ , igual a 5m/s. A colisão ocorre no instante  $t=t_c$ .



Julgue as informações apresentadas graficamente para a bola 2 (  $p$  é a quantidade de movimento e  $t$  é o instante):



3. (PUC - RJ – 2011- ADAPTADA) Duas massas se movendo sobre a mesma linha reta e em sentidos opostos se chocam e ficam grudadas entre si após a colisão. Antes da colisão, as massas e velocidades respectivas são  $M_1=4$  kg ;  $M_2=2$  kg;  $V_1=5$  m/s e  $V_2 = - 10$  m/s. Calcule a velocidade final, em m/s, do sistema das massas grudadas:

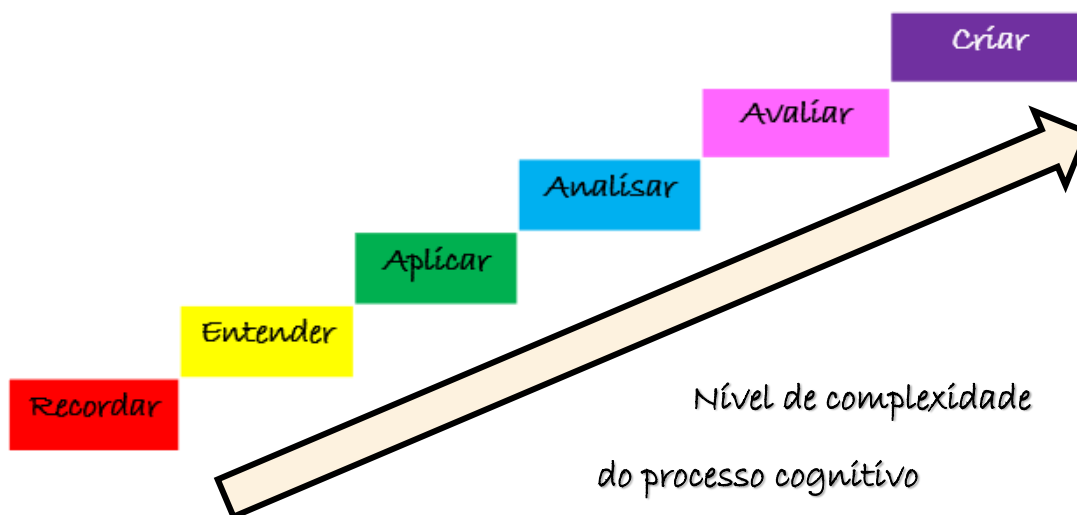
## APÊNDICE G – Jogo você é um astro ingênuo?\*

### 1. Objetivos do jogo

O objetivo do jogo é percorrer todo o tabuleiro, passando pelas 25 posições, para alcançar o ponto de chegada.

### 2. Apresentação do jogo

O jogo apresenta uma roleta que indica o nível de cognição do desafio apresentado à equipe. Os níveis de cognição trabalhados são os que compõem a taxonomia de Bloom revisada, indicados na figura a seguir:



O desafio é apresentado através de uma carta, retirada de um envelope que tem a cor correspondente ao nível de cognição indicado pela roleta. O jogo tem dois conjuntos de tabuleiro e envelopes de cartas: A Terra observa Marte... e A ISS e lixo espacial em rota de colisão. Cada conjunto tem seu tabuleiro e seis envelopes com as cartas dos desafios.

### 3. Peças do jogo

A imagem seguinte apresenta os dois tabuleiros e as peças que compõem um conjunto. As peças estão apresentadas individualmente logo após, detalhadas com imagens de tamanhos meramente ilustrativos.

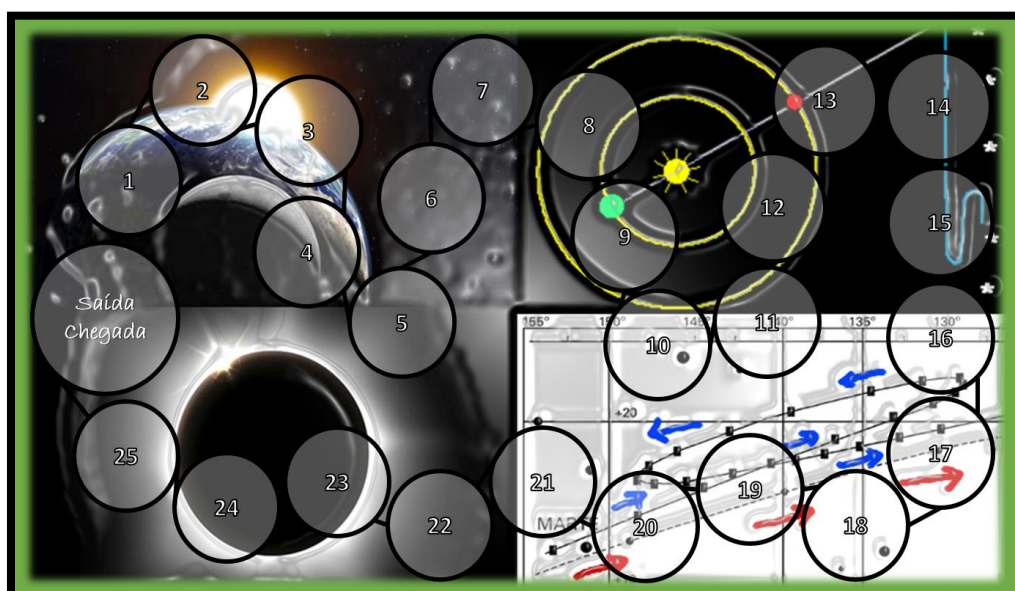


(\*) Jogo elaborado pela autora deste trabalho, baseado na taxonomia de Bloom revisada. (FERRAZ; BELHOT, 2010)

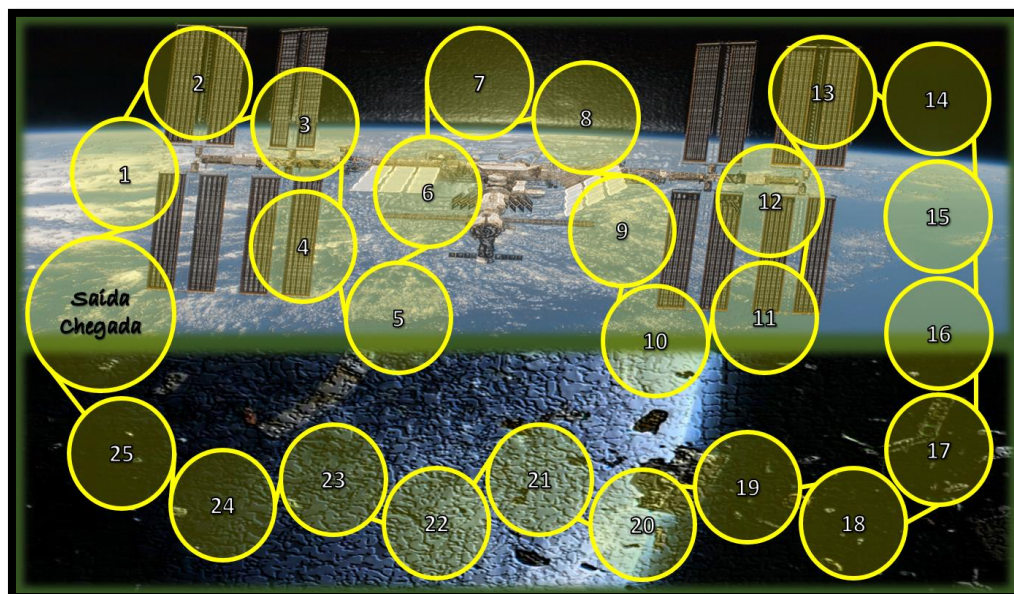
a) Tabuleiros – devem ser impressos em papel couché, no tamanho 40 cm por 23 cm. São compostos por:

- Uma trilha, com o ponto de saída igual ao ponto de chegada, e posições de 1 a 25;
- Um cenário relacionado ao nome do conjunto.

A Terra observa Marte...



A ISS e lixo espacial em rota de colisão



a. Um peão (botão) de cor específica para cada equipe:



b. Ampulheta utilizada para controlar o tempo de resposta em cada desafio:



Observação: a ampulheta pode ser substituída por qualquer relógio ou cronômetro.

c. A roleta de Bloom deve ser impressa com diâmetro de 25cm. Os níveis de cognição estão discriminados por verbos e pelas cores.



Fonte: Roleta da taxonomia de Bloom.

d. Spinner e seta que, ao ser girada, indica o nível de cognição da questão a ser respondida pelo jogador da equipe.

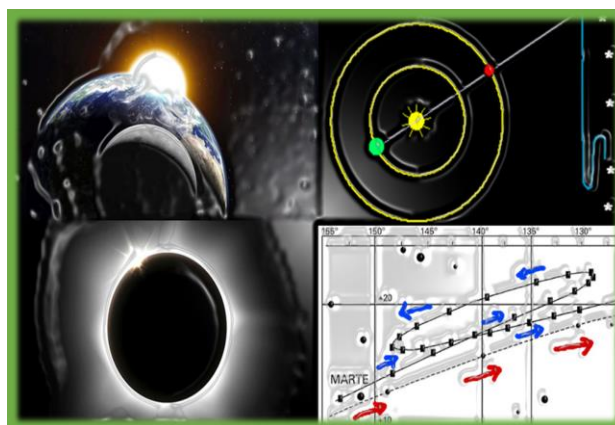


b) Cartas do jogo – As cartas devem ser impressas com medidas de 8,5cm x 5,5cm. Toda carta tem uma questão que exige do aluno um nível de cognição. Há um conjunto de cartas para cada tabuleiro. Elas estão separadas em envelopes, de cor correspondente ao do nível do processo cognitivo exigido pela questão e indicado na roleta. O conjunto completo de cartas para os tabuleiros estão no produto educacional (APÊNDICE U).

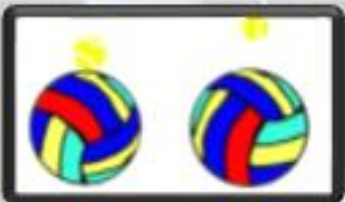

- O processo cognitivo exigido por cada questão e respectiva imagem, das cartas do tabuleiro A Terra observa Marte... estão no APÊNDICE S. Observe imagens de duas cartas ilustradas a seguir, fora de escala:

 <p><b>Explique o fenômeno observado na imagem, utilizando as interações entre os corpos</b></p>	 <p><b>Que fenômeno envolvendo o alinhamento entre o planeta, a Lua e o Sol, interfere nos ciclos da</b></p>
---	--

Imagem do verso de cada carta:

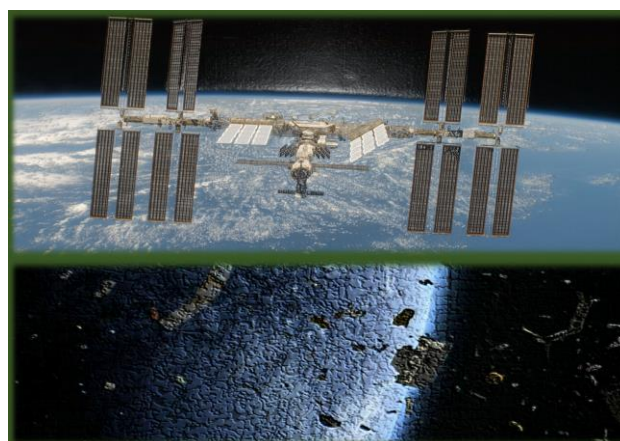


- As questões das cartas do tabuleiro A ISS e lixo espacial em rota de colisão, classificadas pelo nível de cognição exigido, estão no APÊNDICE T. Em seguida temos a ilustração de algumas cartas deste tabuleiro :

 <p>Interprete a imagem, para explicar o que acontece com a velocidade da bola de tênis, durante a subida, após a colisão vertical com a bola de volei:</p>	 <p>Interprete a imagem, para explicar as transformações de energia que ocorrem com a bola de tênis, durante a subida, após a colisão vertical com a bola de volei:</p>
--	---

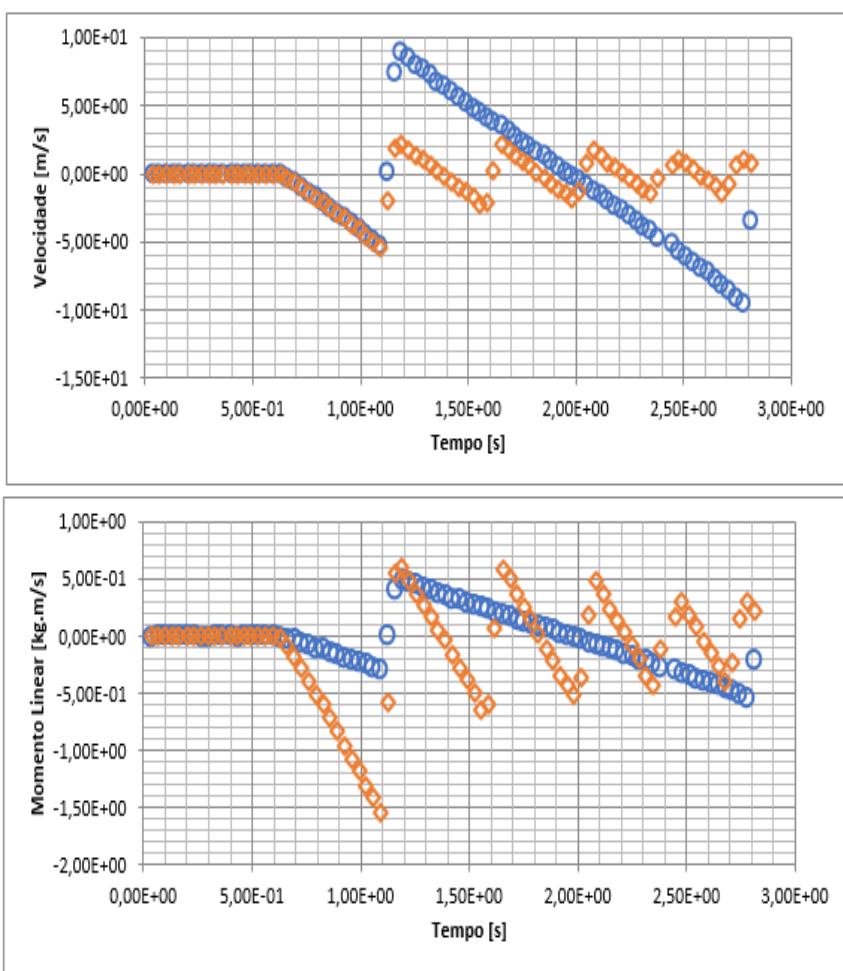
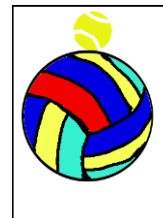
 <p>Diferencie direção e sentido de um movimento:</p>	<p>Analise as imagens e identifique a situação em que o momento linear do móvel é constante:</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="margin-right: 10px;">  </div> <div> <p>A Lua em órbita terrestre</p> </div> </div> <div style="display: flex; align-items: flex-start; margin-top: 10px;"> <div style="margin-right: 10px;">  </div> <div> <p>Um carro na pista circular e velocidade de valor constante de 80km/h.</p> </div> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>100</td> <td>200</td> <td>300</td> <td>400</td> <td>500</td> <td>600</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>100</td> <td>200</td> <td>300</td> <td>400</td> <td>500</td> </tr> </table> </div>	100	200	300	400	500	600	0	100	200	300	400	500
100	200	300	400	500	600								
0	100	200	300	400	500								

Imagem do verso de cada carta:

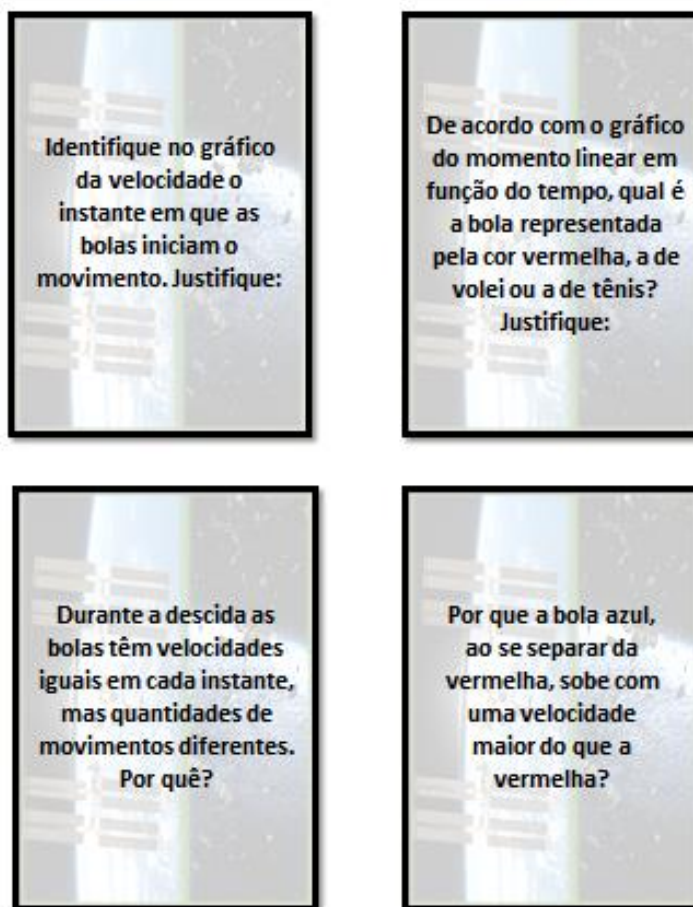


As últimas cartas do tabuleiro A ISS e lixo espacial em rota de colisão fazem parte de um desafio.

Um teste foi realizado com uma bola de tênis sobre uma bola de volei, abandonadas a partir de certa altura, como mostra a primeira figura. Obtivemos os gráficos da velocidade e do momento linear em função do tempo, utilizando o programa Tracker.



As cartas com as questões referentes a esse texto e gráficos estão na figura a seguir. Elas fazem parte do desafio dos seis pontos, explicado no item 4.j a seguir.



#### 4. Como jogar:

- a. As equipes escolhem os representantes para participar do jogo;
- b. Com o desafio do par ou ímpar os competidores decidem a ordem de participação na competição. A maioria dos participantes escolhe um tabuleiro;
- c. O vencedor gira o spinner e verifica o nível de cognição da taxonomia de Bloom indicado na roleta;
- d. O jogador escolhe uma carta, aleatoriamente, do envelope com a cor e o nível de cognição indicado pela roleta (R, E, AP, AN, AV ou C);
- e. Ler a questão da carta para que todos ouçam;
- f. Utilizar a ampulheta para regular o tempo de resposta do jogador. Se usar um cronômetro, definir antecipadamente o tempo do jogador para responder a questão; quando o tempo acabar não é permitido continuar a responder;
- g. Se, dentro do tempo permitido (usar cronômetro ou ampulheta), a equipe desafiadora acertar a resposta, avança na trilha, com o seu peão, um número de casas que equivale ao número representante do nível de cognição sorteado (seção 5). Se não acertar ou extrapolar o tempo, passa a vez ao próximo jogador;

- h. Registrar o número de pontos obtidos com o acerto da resposta;
- i. Passar a vez ao próximo jogador;
- j. Se o próximo jogador quiser tentar ganhar 6 pontos numa só jogada, deve falar, antes de girar a roleta, a expressão “quero participar do desafio dos 6 pontos”. Se acertar, adianta seis casas no tabuleiro. Mas se errar, fica sem o direito de jogar na próxima rodada. Caso não queira participar do desafio dos seis pontos, deve girar o spinner na roleta, repetindo do c em diante;
- k. A equipe vencedora é aquela que chegar ao número 25 primeiro.

#### ATENÇÃO!

- Durante a participação de um jogador, os outros competidores apenas observam;
- Não é permitido qualquer som durante a competição. Os colegas de equipe do competidor podem pesquisar na internet com o celular, usá-lo para se comunicar com o colega jogador, ou usar papel para escrever a informação que deseja compartilhar. Se alguém se utilizar de qualquer som retira o direito de sua equipe em participar daquela rodada;

#### 5. Pontuação das questões ou número de casas percorridas pelo peão

- a. Nível de cognição – R – 1
- b. Nível de cognição – E – 2
- c. Nível de cognição – A<sub>P</sub> – 3
- d. Nível de cognição – A<sub>N</sub> – 4
- e. Nível de cognição – A<sub>V</sub> – 5
- f. Nível de cognição – C – 6

**APÊNDICE H – Cronograma de aulas para a sequência didática**

CRONOGRAMA DE AULAS PARA A SEQUÊNCIA DIDÁTICA			
AULA	MOMENTO	OBJETIVOS	TEMPO ESTIMADO
1ª aula	1º momento	Apresentar a proposta de aula aos alunos; formar as equipes.	5 ± 5 min
	2º momento	Expor o vídeo Formação do sistema solar e da Terra (ALEMDOCOSMOS, 2013), utilizado como organizador prévio.	2 ± 2 min
	3º momento	Apresentar o vídeo tutorial PBL: Aprendizagem Baseada em Problemas e o vídeo tutorial Mapas conceituais e o Cmap Tools (RODRIGUES; SCARANO JR, 2019).	10 ± 2 min
	4º momento	Aplicar a avaliação diagnóstica 01	25 ± 3 min
2ª aula	1º tutorial – Abertura: Apresentação da situação problema 1	Ler o texto da ABP 01 A Terra observa Marte... (o tutor fará a leitura). O texto está no APÊNDICE A.	5 min
		Interpretar e identificar termos conhecidos e desconhecidos – registrar na ficha de registro seção 1 (APÊNDICE H).	3 ± 2 min
		Identificar questões problema.	5 ± 2 min
		Brainstorming (tempestade de ideias) – registrar o que já sabe, o que precisa saber e fazer o levantamento de hipóteses.	8 ± 2 min
		Resumir os pontos mais relevantes da discussão registrar as hipóteses na ficha de registro seção 1.	5 ± 2 min
		Levantar os objetivos de pesquisa individual dos componentes do grupo, para verificar as hipóteses. Registrar na ficha de registro seção 1.	5 ± 2 min
		O secretário deve entregar ao tutor a ficha de registro seção 1 preenchida.	4 min
3ª aula	2º tutorial – Fechamento:	Apresentar os resultados de pesquisa individual e debater em equipe. Registrar os resultados na ficha de registro seção 2 (APÊNDICE H).	5 ± 3 min

	Solução do problema 1	Definir a solução do problema, construir o mapa conceitual do texto e preencher a ficha de registro 2.	$10 \pm 2$ min
		Apresentar resultados à turma.	25 min
4ª aula	1º tutorial	Ler o texto da ABP 02 - A ISS e lixo em rota de colisão (APÊNDICE C). Em seguida as equipes realizarão os mesmos passos apresentados no primeiro tutorial do problema 1.	45 min
5ª aula	Aula experimental	Orientações para o processo de pesquisa, construção do mapa e preenchimento das fichas. Realizar os experimentos, em grupo, com bolas de vôlei, tênis e o pêndulo de Newton. Seguir e responder os roteiros (APÊNDICES D e E).	45 min
6ª aula	2º tutorial	Seguir os mesmos passos do segundo tutorial da ABP 01. Preencher a ficha de auto avaliação (APÊNDICE I) individualmente.	45 min
7ª aula	Aula de consolidação - PPC	O tutor deve consolidar o conceito Momento linear e sua conservação, apresentando diferentes contextos na superfície do planeta e no espaço celeste à turma.	15 min
		Resolve questões (alunos), em duplas (PPC), de nível cognitivo desde a aplicação até a avaliação, envolvendo teoria, cálculo e avaliação de gráfico.	$25 \pm 5$ min
8ª aula	Aplicação do jogo	As equipes devem competir, participando do jogo: Você é um astro ingênuo?. Em seguida é aplicada a avaliação diagnóstica 2.	45 min

Fonte: Autoria própria.

### APÊNDICE I – Fichas de registro – Seção 1 e Seção 2

FICHA DE REGISTRO – Seção 1	
Colégio, Turma e n° da equipe	
Componentes da equipe	
Conceitos conhecidos	
Conceitos desconhecidos	
O que eu já sei sobre o problema colocado?	
O que eu preciso saber para resolver efetivamente esse problema?	
Hipóteses (possíveis soluções)	
Objetivos da equipe	

Fonte: adaptado de Munhoz (2015), por esta autora.

FICHA DE REGISTRO – Seção 2	
Colégio, Turma e n° da equipe	
Componentes da equipe	
Objetivo 1 – resultado da pesquisa e fonte	
Objetivo 2 – resultado da pesquisa e fonte	
Objetivo 3 – resultado da pesquisa e fonte	
Objetivo 4 – resultado da pesquisa e fonte	
Objetivo 5 – resultado da pesquisa e fonte	
Possível solução do problema	
Anexar o mapa conceitual da equipe	

Fonte: Autoria própria.

### APÊNDICE J – Ficha de auto avaliação

AUTO AVALIAÇÃO				
Seu nome - _____		Turma e equipe - _____		
Colegas de equipe: Aluno 1 - _____ Aluno 2 - _____				
Aluno 3 - _____ Aluno 4 - _____				
Aluno/Avaliação (A,B, C ou D)	Aluno 1	Aluno 2	Aluno 3	Aluno 4
Interação e respeito aos colegas				
Participa ativamente de todas as etapas				
Fez a pesquisa individual				
Contribui para a solução do problema com argumentações pertinentes				
Participou da construção do mapa e do debate				
Presença e pontualidade				

AVALIAÇÃO	CÓDIGO	AVALIAÇÃO	CÓDIGO
Insuficiente	D	Bom	B
Regular	C	Ótimo	A

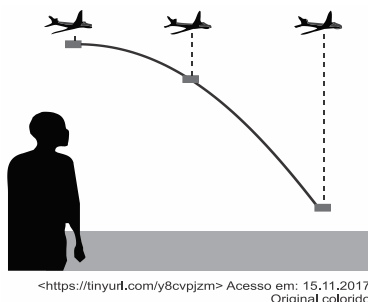
Fonte: adaptado de Munhoz (2015), por esta autora.

## APÊNDICE K – Avaliação diagnóstica 01

1. (G1 - cftmg 2018 - Adaptada) Sobre os conceitos de referencial, posição, velocidade e aceleração, fundamentais para o estudo dos movimentos em Ciências, afirma-se, corretamente, que o conceito de

- posição está associado ao local em uma trajetória e não depende do referencial adotado.
- referencial encontra-se associado ao valor da velocidade e da aceleração do objeto em movimento.
- velocidade está relacionado à mudança de posição e não depende do referencial adotado.
- aceleração está relacionado à mudança do valor da velocidade medida em um dado referencial.

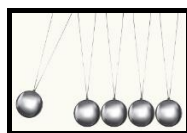
2. (G1 - cps 2018) Um avião, com a finalidade de abastecer uma região que se encontra isolada, voa em linha reta horizontalmente, com velocidade constante em relação ao solo, quando abandona uma caixa com alimentos, conforme a imagem.



Desprezando a resistência do ar, a trajetória descrita pela caixa de alimentos terá a forma de uma

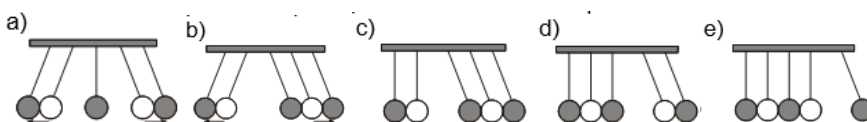
- parábola, do ponto de vista de um observador que estiver no avião.
- linha reta vertical, do ponto de vista de um observador que estiver no avião.
- linha reta vertical, do ponto de vista de um observador que estiver na Terra.
- linha reta horizontal, do ponto de vista de um observador que estiver no avião.
- mesma figura para qualquer observador, pois a trajetória independe do referencial.

3. (Enem 2014 - ADAPTADA) O pêndulo de Newton pode ser constituído por cinco pêndulos idênticos suspensos em um mesmo suporte. Em um dado instante, a esfera de um pêndulo é deslocada para a esquerda e liberada, deslocando-se para a direita e colidindo elasticamente com as outras esferas, que inicialmente estavam paradas.



Fonte: Disponível em <https://alunosonline.uol.com.br/fisica/pendulo-newton.html>.

O movimento dos pêndulos após a primeira colisão está representado corretamente em:



4. Um motociclista, com velocidade de módulo constante e igual a 60 km/h, percorre uma estrada curva, com as características mostradas na figura:



Fonte: disponível em: <<https://www.colegioweb.com.br/julho/dia-do-motociclista-27-de-julho.html>>. Acesso em 09/03/2018. Original colorida.

A partir das informações do texto e das características observadas na figura, envolvendo motociclista, moto e a estrada, responda corretamente as perguntas a seguir:

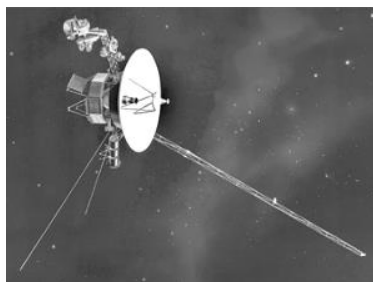
a) A moto é um corpo puntiforme ou extenso, em relação à estrada? Justifique:

---

b) O motociclista está em repouso ou em movimento, em relação à moto? Justifique:

---

5. (G1 - cps 2016) Em 1977, a NASA enviou para o espaço a sonda Voyager I que, após realizar sua missão primária de passar próximo a alguns planetas do Sistema Solar, segue até hoje espaço afora. Atualmente, a sonda já se encontra bastante distante da Terra, a cerca de 20.000.000.000 km de distância. Mesmo a esta distância, a Voyager I se comunica com a Terra utilizando ondas eletromagnéticas que constituem a forma mais rápida de transporte de energia.



<<http://tinyurl.com/jbd6vev>> Acesso em: 13.02.2016, Original colorido.

Considerando que a velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas no vácuo, em termos de sua ordem de grandeza, é de 1.000.000.000 km/h, então, um sinal transmitido pela Voyager I será recebido aqui na Terra, aproximadamente, após

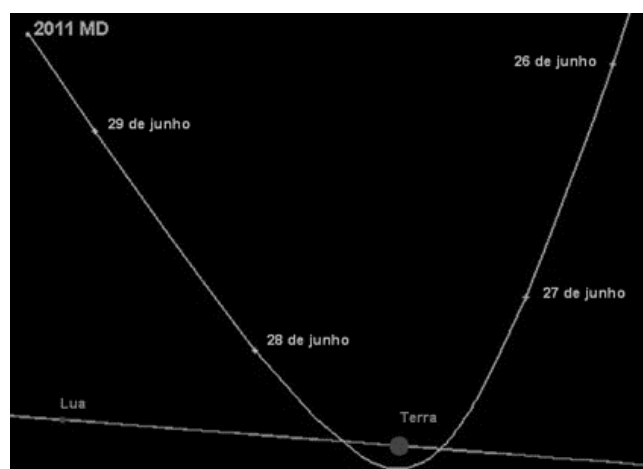
a) 10 horas. b) 20 horas. c) 2 dias. d) 5 dias. e) 1 mês.

6. Leia o texto a seguir:

*O asteroide 2018 CB passou, dia 9 de fevereiro de 2018, bem próximo à Terra - o equivalente a menos de um quinto da distância do planeta até a Lua, segundo informações da agência espacial dos Estados Unidos (Nasa, na sigla em inglês). Outro asteroide (2011 MD), do tamanho de um ônibus, passou a 12.230 quilômetros da Terra em 28 de junho de 2011 – apenas 30 vezes mais distante que a Estação Espacial Internacional e 3% da distância que separa a Terra da Lua (Figura).*

Texto disponível em <<https://www.terra.com.br/noticias/ciencia/espaco/asteroide-passa-bem-perto-da-terra-na-noite-desta-sexta-feira,a415bc0ecee0ba99a367d9321b391fb4zsiuwtg.html>>. Acesso em 09/03/2018.

Figura: Asteróide 2011 MD passa pela Terra

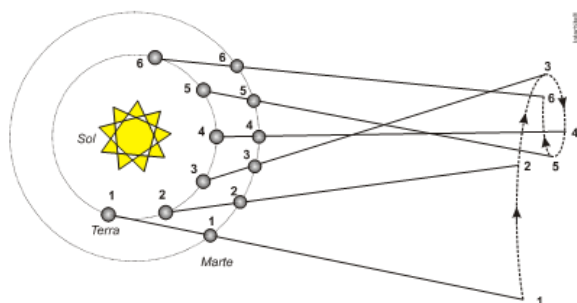


Fonte: disponível em: <https://blogdoastronomo.wordpress.com/2011/06/28/asteroide-2011-md-passa-pela-terra/>. Acesso em: 09/03/2018. Original colorido.

Com base nas informações do texto e na imagem, responda as perguntas a seguir:

O asteroide 2011 MD, ao se aproximar do planeta Terra, tem um movimento retilíneo ou curvilíneo? Justifique:

7. (Enem 2012 - ADAPTADA) A característica que permite identificar um planeta no céu é o seu movimento relativo às estrelas fixas. Se observarmos a posição de um planeta por vários dias, verificaremos que sua posição em relação às estrelas fixas se modifica regularmente. A figura mostra seis posições da Terra e as seis correspondentes posições de Marte, bem como a trajetória de Marte para um observador situado na Terra. Os intervalos de tempo entre duas posições consecutivas são, aproximadamente iguais.



Fonte: Disponível em: <http://fisicaemclasse.blogspot.com/2015/10/os-50-anos-da-exploracao-de-marte-e.html>. Acesso em: 20 fev. 2018.

Após a leitura do texto e análise da imagem, indique, entre a Terra e Marte, quem tem a maior velocidade. Justifique:

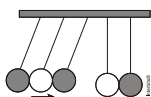
---



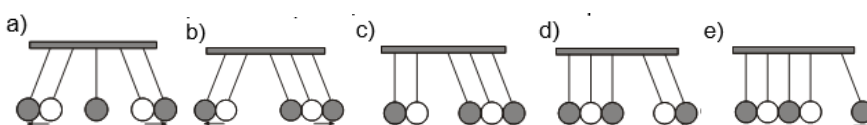
---

## APÊNDICE L – Avaliação diagnóstica 02

1. (Enem 2014) O pêndulo de Newton pode ser constituído por cinco pêndulos idênticos suspensos em um mesmo suporte. Em um dado instante, as esferas de três pêndulos são deslocadas para a esquerda e liberadas, deslocando-se para a direita e colidindo elasticamente com as outras duas esferas, que inicialmente estavam paradas.



O movimento dos pêndulos após a primeira colisão está representado em:



2. (Enem PPL 2017) Sabe-se que a posição em que o Sol nasce ou se põe no horizonte muda de acordo com a estação do ano. Olhando-se em direção ao poente, por exemplo, para um observador no Hemisfério Sul, o Sol se põe mais à direita no inverno do que no verão.

O fenômeno descrito deve-se à combinação de dois fatores: a inclinação do eixo de rotação terrestre e a

- precessão do periélio terrestre.
- translação da Terra em torno do Sol.
- nutação do eixo de rotação da Terra.
- precessão do eixo de rotação da Terra.
- rotação da Terra em torno de seu próprio eixo.

3. (Enem PPL 2014) Durante um reparo na estação espacial internacional, um cosmonauta, de massa 90kg, substituiu uma bomba do sistema de refrigeração, de massa 360kg, que estava danificada. Inicialmente, o cosmonauta e a bomba estão em repouso em relação à estação. Quando ele empurra a bomba para o espaço, ele é empurrado no sentido oposto. Nesse processo, a bomba adquire uma velocidade de 0,2m/s em relação à estação.

Qual é o valor da velocidade escalar adquirida pelo cosmonauta, em relação à estação, após o empurrão?

- 0,05m/s
- 0,20m/s
- 0,40m/s
- 0,50m/s
- 0,80m/s

4. Um motociclista, com velocidade de módulo constante e igual a 60 km/h, percorre uma estrada curva, com as características mostradas na figura:



Fonte: disponível em: <<https://www.colegioweb.com.br/julho/dia-do-motociclista-27-de-julho.html>>. Acesso em 09/03/2018. Original colorida.

A partir das informações do texto e das características observadas na figura, envolvendo motociclista, moto e a estrada, responda as perguntas a seguir, justificando-as:

c) Quem tem maior quantidade de movimento em relação à pista, o motociclista ou a moto?

---

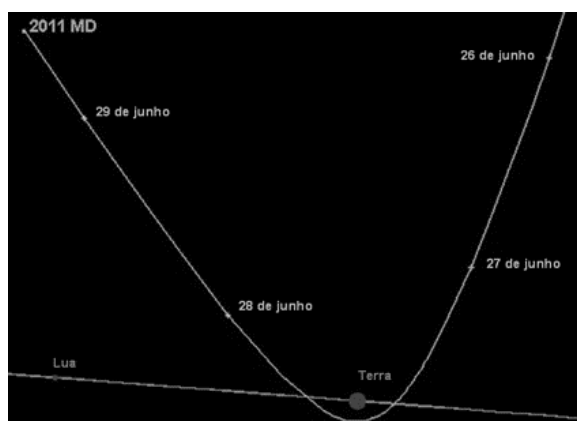
d) A quantidade de movimento é constante?

---

5. O asteroide 2018 CB passou, dia 9 de fevereiro de 2018, bem próximo à Terra - o equivalente a menos de um quinto da distância do planeta até a Lua, segundo informações da agência espacial dos Estados Unidos (Nasa, na sigla em inglês). Outro asteroide, do tamanho de um ônibus, passou a 12.230 quilômetros da Terra em 28 de junho de 2011 – apenas 30 vezes mais distante que a Estação Espacial Internacional e 3% da distância que separa a Terra da Lua (Figura).

Fonte: disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/ciencia/espaco/asteroide-passa-bem-perto-da-terra-na-noite-desta-sexta-feira,a415bc0ecee0ba99a367d9321b391fb4zsiuwtg.html>. Acesso em 09/03/2018.

Figura: Asteroide 2011 MD passa pela Terra



Fonte: disponível em: <https://blogdoastronomo.wordpress.com/2011/06/28/asteroide-2011-md-passa-pela-terra/>. Acesso em: 09/03/2018. Original colorido.

Com base nas informações do texto e na imagem, responda as perguntas a seguir:

a) O asteroide 2011 MD, ao se aproximar do planeta Terra, tem um movimento acelerado ou retardado? Justifique:

---

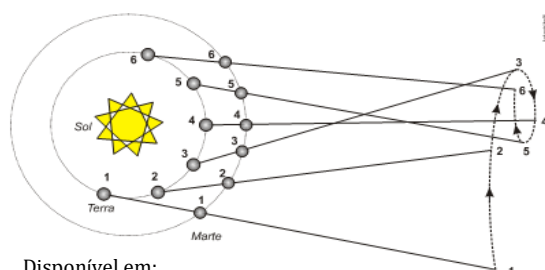
b) A quantidade de movimento dos asteroides, ao se aproximarem da Terra, aumenta ou diminui? Justifique:

---

6. (Enem 2012 - ADAPTADA) A característica que permite identificar um planeta no céu é o seu movimento relativo às estrelas fixas. Se observarmos a posição de um planeta por vários dias, verificaremos que sua posição em relação às estrelas fixas se modifica regularmente.

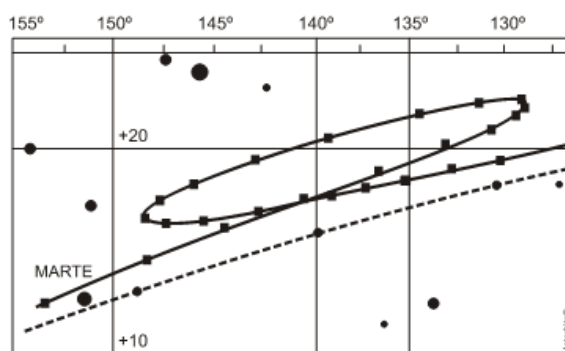
A figura 1 mostra seis posições da Terra e as seis correspondentes posições de Marte, bem como a trajetória de Marte para um observador situado na Terra. Os intervalos de tempo entre duas posições consecutivas são, aproximadamente iguais.

A figura 2 destaca o movimento de Marte observado em intervalos de 10 dias, registrado da Terra.



Disponível em:  
<http://fisicaemclasse.blogspot.com/2015/10/os-50-anos-da-exploracao-de-marte-e.html>. Acesso em: 20 fev. 2018.

Figura 1



Projecto Física. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1980 (adaptado).

Figura 2

Após leitura do texto e análise das imagens, apresente a causa da forma da trajetória do planeta Marte registrada na figura 2:

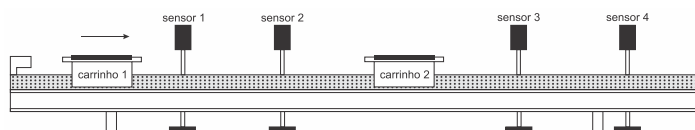
---



---

7. (Enem 2016) O trilho de ar é um dispositivo utilizado em laboratórios de física para analisar movimentos em que corpos de prova (carrinhos) podem se mover com atrito desprezível. A figura ilustra um trilho horizontal com dois carrinhos (1 e 2) em que se realiza um experimento

para obter a massa do carrinho 2. No instante em que o carrinho 1, de massa 150,0 g, passa a se mover com velocidade escalar constante, o carrinho 2 está em repouso. No momento em que o carrinho 1 se choca com o carrinho 2, ambos passam a se movimentar juntos com velocidade escalar constante. Os sensores eletrônicos distribuídos ao longo do trilho determinam as posições e registram os instantes associados à passagem de cada carrinho, gerando os dados do quadro.



Carrinho 1		Carrinho 2	
Posição (cm)	Instante (s)	Posição (cm)	Instante (s)
15,0	0,0	45,0	0,0
30,0	1,0	45,0	1,0
75,0	8,0	75,0	8,0
90,0	11,0	90,0	11,0

Com base nos dados experimentais, o valor da massa do carrinho 2 é igual a:

- a) 50,0 g. b) 250,0 g. c) 300,0 g. d) 450,0 g. e) 600,0 g.

### APÊNDICE M – Fichas de análise das questões das avaliações diagnósticas

Análise das questões da avaliação diagnóstica <b>01</b>	Nº da questão						
	01	02	03	04	05	06	07
A questão está clara e objetiva, a linguagem é acessível? Sim(S); Não(N)							
A questão exige do aluno conceitos relativos à introdução ao estudo do movimento, movimento uniforme ou variado? Sim(S); Não(N)							
A questão dá informações suficientes à identificação de uma resposta ou construção de uma explicação? Sim(S); Não(N)							
A questão exige do aluno, de acordo com a taxonomia de Bloom revisada, que processo cognitivo? <b>R</b> - conhecimento (recordar), <b>E</b> - compreensão (entender), <b>Ap</b> - aplicação, <b>An</b> - análise, <b>Av</b> - avaliação e <b>C</b> – criação							

Fonte: Adaptado de Munhoz (2015), por esta autora.

- As questões estão em ordem crescente de dificuldade? Sim ( ) Não ( )

- Considerações extras sobre as questões: \_\_\_\_\_

Análise das questões da avaliação diagnóstica <b>02</b>	Número da questão						
	01	02	03	04	05	06	07
A questão está clara e objetiva, a linguagem é acessível? Sim(S); Não(N)							
A questão exige do aluno conceitos apreendidos dentro do contexto da Astronomia, Momento Linear e Conservação da Quantidade de Movimento? Sim(S); Não(N)							
A questão dá dados e informações suficientes à identificação de uma resposta ou construção de uma explicação? Sim(S); Não(N)							
A questão exige do aluno, na dimensão cognitiva e de acordo com a taxonomia de Bloom, <b>R</b> - conhecimento (recordar), <b>E</b> - compreensão (entender), <b>Ap</b> - aplicação, <b>An</b> - análise, <b>Av</b> - avaliação e/ou <b>C</b> – criação?							

Fonte: Adaptado de Munhoz (2015), por esta autora.

- As questões estão em ordem crescente de dificuldade? Sim ( ) Não ( )

- Considerações sobre as questões: \_\_\_\_\_

## APÊNDICE N – Respostas da atividade de consolidação e das avaliações diagnósticas

Respostas da atividade de sala – quantidade de movimento

Questão 1

- a) A variação da quantidade de movimento da bola é igual a  $-0,4 \text{ kg.m/s}$ .
- b) considerando o sistema bola + cabeça do policial um sistema isolado, a quantidade total de movimento do sistema é constante. Se antes da batida a cabeça do policial estava parada, e a bola tinha quantidade de movimento igual a  $3,2 \text{ kg.m/s}$ , após a batida a bola passou a ter quantidade de movimento menor e igual a  $2,8 \text{ kg.m/s}$ . Logo a diferença, no valor de  $0,4 \text{ kg.m/s}$ , passou para a cabeça do policial.

Questão 2

- o gráfico representa corretamente a quantidade de movimento da bola 2. Se ela estava em repouso antes da colisão, sua quantidade de movimento era inicialmente igual a zero. As bolas têm massas iguais. Segundo o princípio da conservação da quantidade de movimento, durante a colisão perfeitamente elástica o momento linear da bola 1 é transferido para a bola 2, e o momento linear da bola 2 é transferido para a bola 1. Logo a bola 2 sai da colisão com momento linear igual  $2 \text{ kg.m/s}$ .

Questão 3

- O cálculo do momento linear de cada massa, antes da colisão, nos permite perceber que as massas 1 e 2 tinham valores iguais a  $20 \text{ kg.m/s}$  e  $-20 \text{ kg.m/s}$ , respectivamente. Considerando as massas como componentes de um sistema isolado, a quantidade de movimento total é igual a zero, e esse valor se mantém. Logo as massas terão velocidades iguais a zero após a colisão.

Respostas da avaliação diagnóstica 01

- 1) d
- 2) b
- 3) e
- 4) a) Se o leitor considerar que a estrada é extensa em relação à moto, também deverá considerar que a moto é um corpo puntiforme em relação à estrada.
- b) O motociclista e a moto têm a mesma velocidade, logo um está em repouso em relação ao outro.
- 5) 20 h.

6) A imagem responde à questão. Enquanto o 2011MD se aproxima da Terra a direção da sua velocidade muda, o asteróide faz uma curva.

7) O referencial na Terra, ao observar Marte, percebe que em um momento Marte se aproxima, e que em outro momento se afasta. Isso significa que a Terra se aproxima de Marte e depois ultrapassa o planeta, se afastando do mesmo. Para intervalos de tempo iguais as distâncias percorridas pela Terra são maiores. Logo sua velocidade é maior.

#### Respostas da avaliação diagnóstica 02

1) c

2) b

3) e

4) a) Como o motociclista e a moto têm velocidades iguais, terá maior momento linear o que tiver maior massa.

b) Ao percorrer o trecho curvo a direção da quantidade de movimento varia, logo a quantidade de movimento da moto ou do motociclista não é constante.

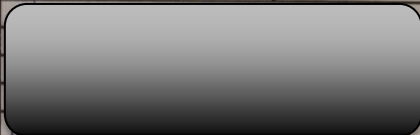
5) Ao se aproximar do planeta Terra, a força de atração entre o planeta e o asteróide faz com que o mesmo acelere.


6) Para um observador na Terra, durante um tempo Marte se aproxima, depois Marte se afasta. Isso porque, pela imagem a Terra alcança Marte e depois o ultrapassa. Significa que Marte inverte o sentido do movimento, possui movimento retrógrado.

7) c

APÊNDICE O – Exemplos de fichas de registro 1 e 2 das equipes para os textos da ABP 01 e ABP 02

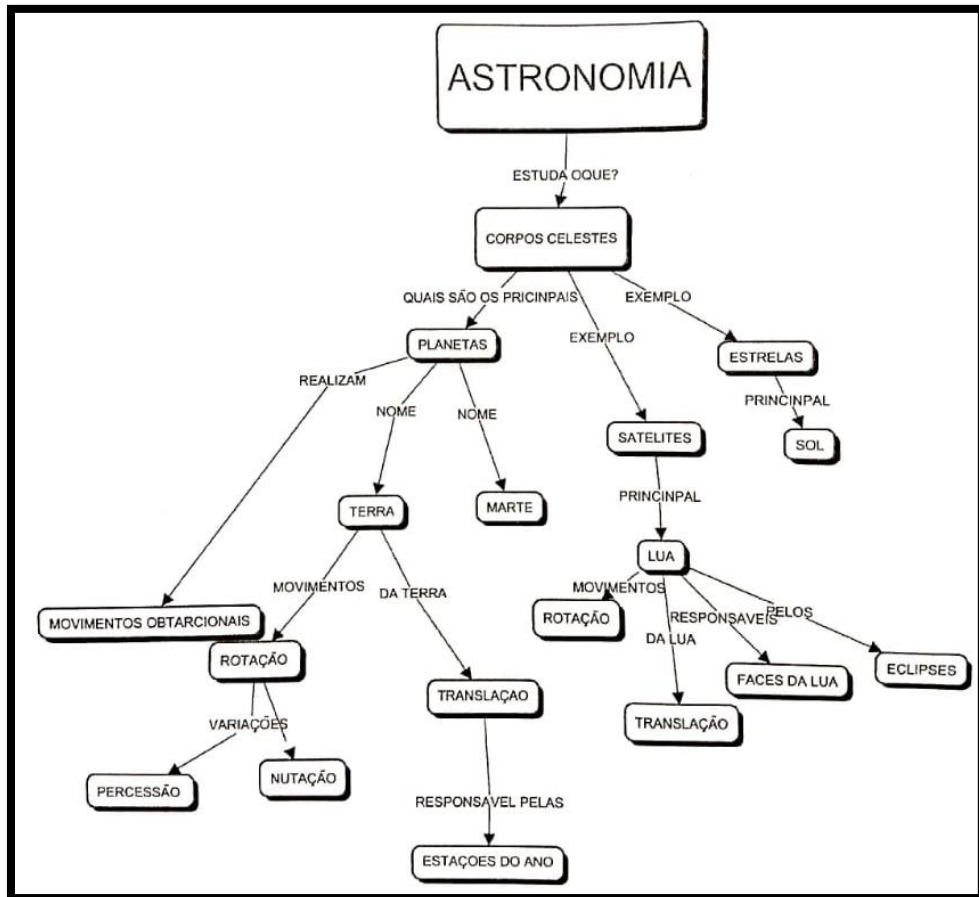
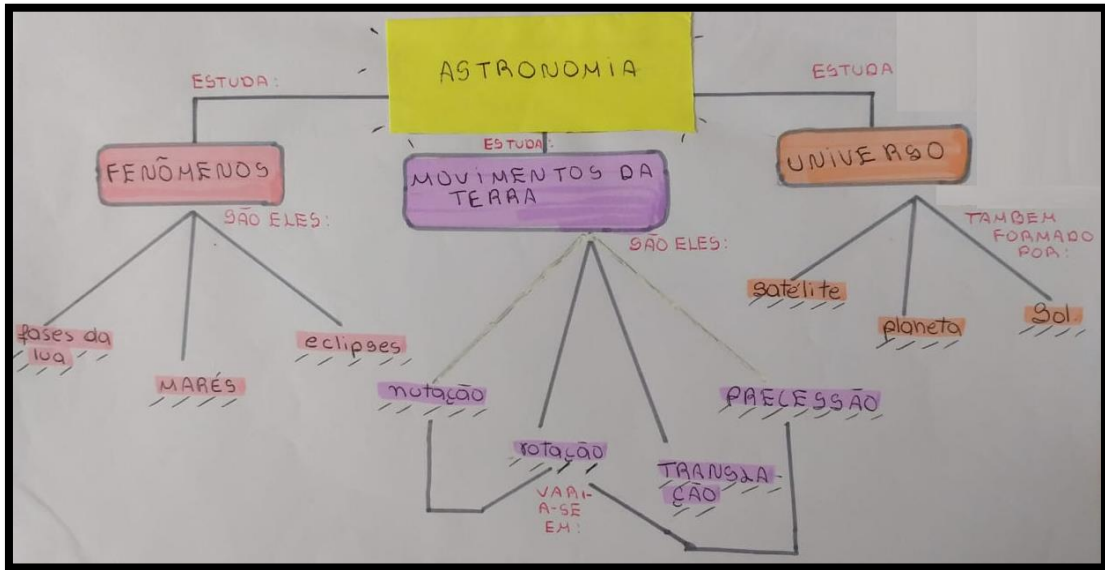
FICHA DE REGISTRO – Seção 1	
Escola - <i>Demétrio Maciel</i>	Turma - <i>1º C</i>
Equipe - <i>03</i>	Data - <i>30/11/2018</i>
Co	
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
Conceitos conhecidos	<i>Primitiva</i> <i>Emprego</i> <i>Relações</i> <i>Exatidão</i> <i>Minimização</i> <i>Objetivos do texto</i>
Conceitos desconhecidos	<i>Anticlimax</i> <i>Primitivo</i> <i>Formas da gram.</i> <i>Fonemas dos muros</i> <i>Presença e ausência</i> <i>Simulador de objetos</i>
O que eu já sei sobre o problema colocado?	<i>Uma primitiva muito no momento do texto.</i> <i>Pouco número de palavras, palavras.</i>
O que eu preciso saber para resolver efetivamente esse problema?	<i>Ter uma pesquisa sobre os conceitos que não conheço - termos usados.</i>
Hipóteses (possíveis soluções)	<i>Qual a diferença entre o verbo escrito e o verbo?</i> <i>Qual foi a diferença no modo de escrita de dizer.</i>
Objetivos da equipe – pesquisa extra classe	<i>O que é campo elétrico?</i> <i>Ter um número maior de exercícios de movimentação da matéria do texto.</i>

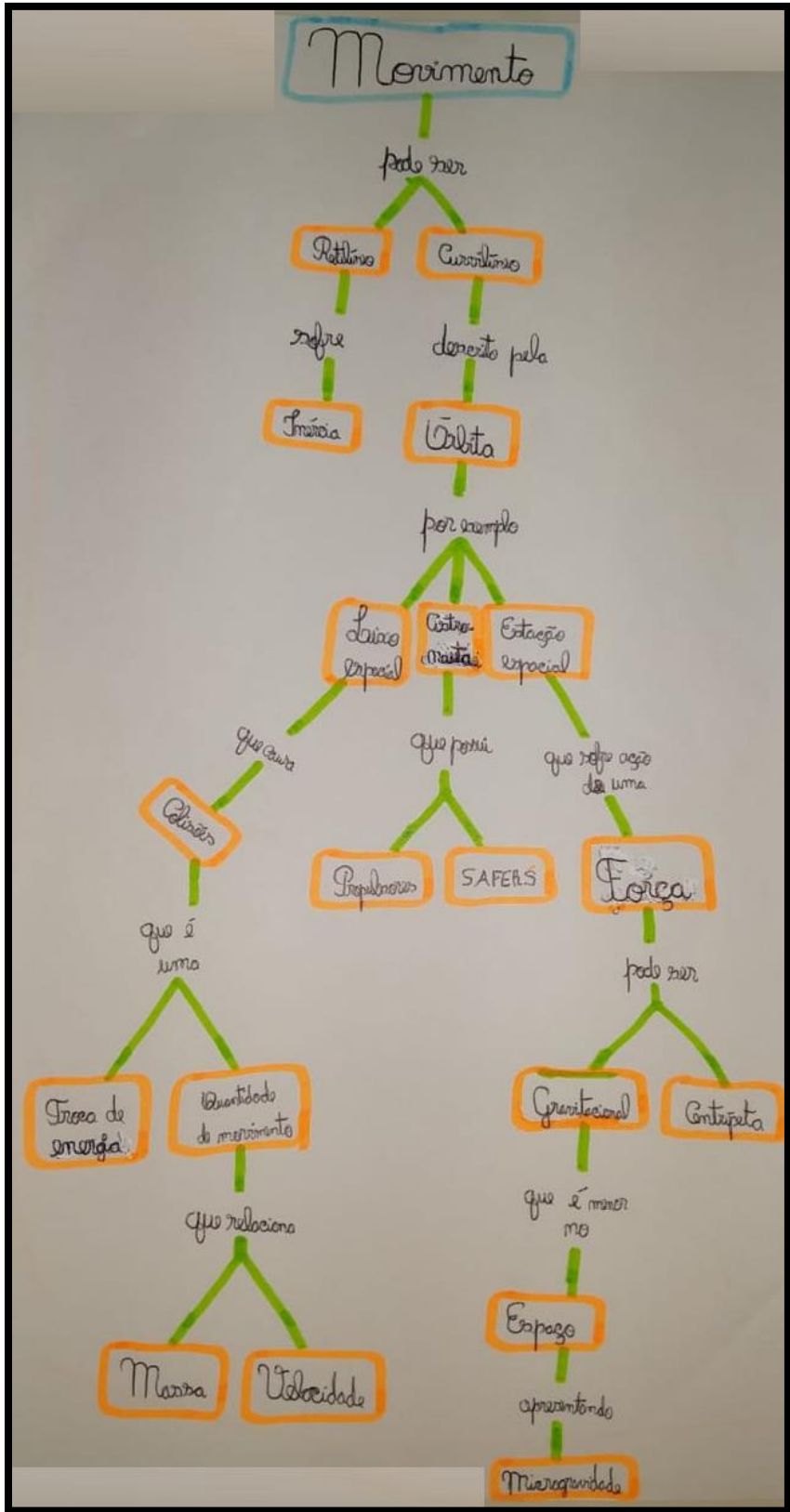
FICHA DE REGISTRO – SEÇÃO 02	
Componentes da equipe: 6 Zivaldo	
Objetivo 1 – resultado da pesquisa e fonte (Registre as fontes aqui e anexe os resultados da pesquisa)	Fases da Lua - <a href="https://super.abril.com.br/ciencia/a-lua-tem-um-lado-escuro/">https://super.abril.com.br/ciencia/a-lua-tem-um-lado-escuro/</a>
Objetivo 2 – resultado da pesquisa e fonte (Registre as fontes aqui e anexe os resultados da pesquisa)	Praxinoscópio e Nutação - <a href="https://educacao.usp.br/disciplinas/visao-antropomorfica--mercurianos-planetas--saturno--trabalhos--prezacoes--e--mutacoes-htm">https://educacao.usp.br/disciplinas/visao-antropomorfica--mercurianos-planetas--saturno--trabalhos--prezacoes--e--mutacoes-htm</a>
Objetivo 3 – resultado da pesquisa e fonte (Registre as fontes aqui e anexe os resultados da pesquisa)	Fenômeno anaximandro - <a href="https://super.abril.com.br/mundo-atravessa/copa-ao-fases-da-lua--influencia-na-ao-anaximandro/">https://super.abril.com.br/mundo-atravessa/copa-ao-fases-da-lua--influencia-na-ao-anaximandro/</a>
Objetivo 4 – resultado da pesquisa e fonte (Registre as fontes aqui e anexe os resultados da pesquisa)	Influência da lua nos ciclos da agricultura - <a href="https://www.terra.com.br/coluna/2016/11/11-01-do-12027237-super-lua--influencia-na-criatividade--sentimentos--e--tambem-na-agricultura-htm">https://www.terra.com.br/coluna/2016/11/11-01-do-12027237-super-lua--influencia-na-criatividade--sentimentos--e--tambem-na-agricultura-htm</a>
Objetivo 5 – resultado da pesquisa e fonte (Registre as fontes aqui e anexe os resultados da pesquisa)	Cometa calisto - <a href="https://www.terra.com.br/coluna/2016/11/11-01-do-12027237-super-lua--influencia-na-criatividade--sentimentos--e--tambem-na-agricultura-htm">https://www.terra.com.br/coluna/2016/11/11-01-do-12027237-super-lua--influencia-na-criatividade--sentimentos--e--tambem-na-agricultura-htm</a>
Possível solução do problema	<p>Pergunta 1: A fase escurecida da lua muda sempre e a fase escura, pois não vemos sempre a mesma fase porém a lua tem ciclos de dia e noite da mesma forma que a terra, logo todas as áreas serão iluminadas em algum momento.</p> <p>Pergunta 2: A lua se aproxima da terra pois quando medimos a distância ao céu da imagem, do lado da órbita em suas órbitas, pelo diminuiu.</p>
Anexar o mapa conceitual da equipe	

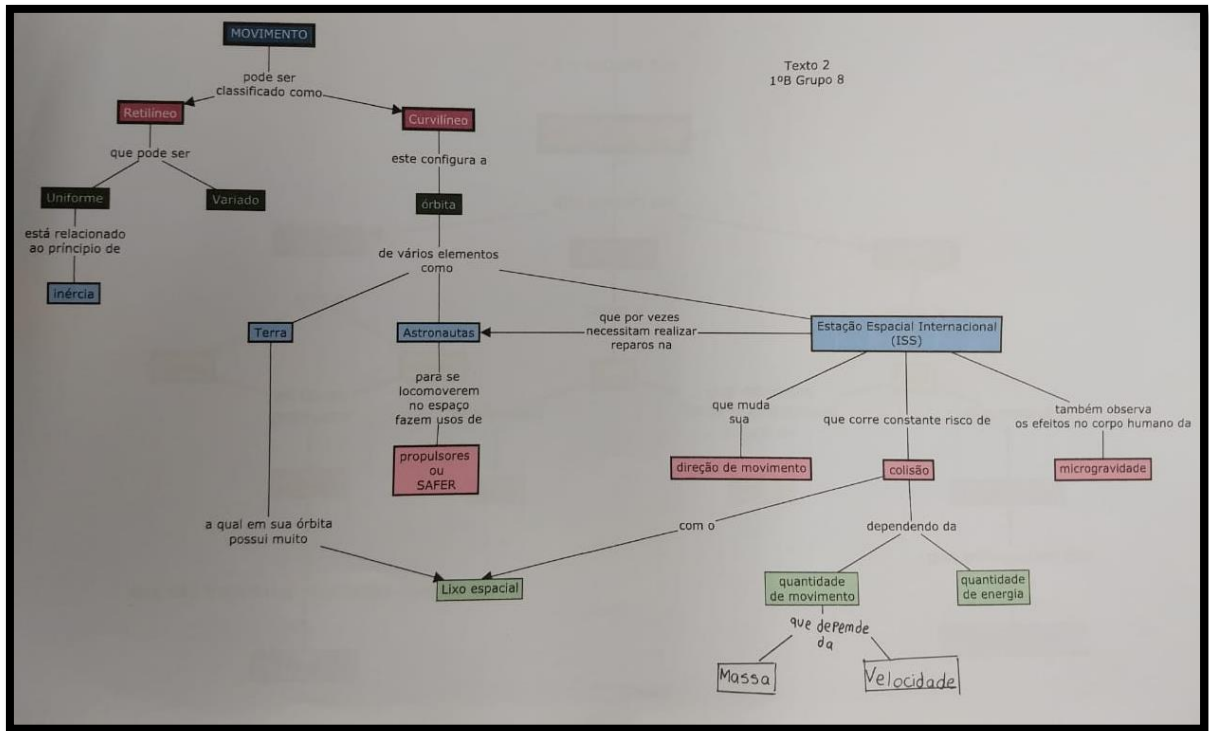
FICHA DE REGISTRO – Seção 1	
Escola - <u>Modulo</u>	Turma - <u>10D</u> Equipe - <u>4</u> Data - <u>24/10/18</u>
Componentes da equipe:	
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
Conceitos conhecidos	Princípio da Inércia Luzo espacial Polinã pêndulo de Newton astronautas
Conceitos desconhecidos	Microgravidade ricochete SAFER propulsores Quantidade de movimento
O que eu já sei sobre o problema colocado?	Princípio da Inércia Orbitas da Terra Lei da gravidade Lei da gravidade
O que eu preciso saber para resolver efetivamente esse problema?	Resistência da ar Princípios de colisão Princípios de quantidade de movimento
Hipóteses (possíveis soluções)	Pedir ajuda a outro tripulante para resgatá-lo.
Objetivos da equipe – pesquisa extra classe	Pesquisar os conceitos desconhecidos Observar os comportamentos mecânicos. Pesquisar conceitos de quantidade de movimento Pesquisar conceitos desconhecidos
Resolva o problema levando em consideração as condições do ambiente.	

FICHA DE REGISTRO – SEÇÃO 02	
Escola - COE 91	Turma - ZIRALDO
Equipe - 01	Data - 23.10.18
Componentes da equipe:	
Objetivo 1 – resultado da pesquisa e fonte (Registre as fontes aqui e anexe os resultados da pesquisa)	<p>Conceito(s) pesquisado(s) - Microgravidade</p> <p>Fonte - <a href="http://www.ias.inpe.br">www.ias.inpe.br</a></p> <p>Resumo (significado/fórmula) - Ausência de efeitos gravitacionais, sob influência do gravidade de grandes corpos</p>
Objetivo 2 – resultado da pesquisa e fonte (Registre as fontes aqui e anexe os resultados da pesquisa)	<p>Conceito(s) pesquisado(s) - Quantidade de Movimento</p> <p>Fonte - <a href="http://www.50fisica.com.br">www.50fisica.com.br</a></p> <p>Resumo (significado/fórmula) - Grandezas físicas que estudo a transferência de movimento entre corpos</p>
Objetivo 3 – resultado da pesquisa e fonte (Registre as fontes aqui e anexe os resultados da pesquisa)	<p>Conceito(s) pesquisado(s) - RICOCHETE</p> <p>Fonte - <a href="http://www.resolucioharijs.com.br">www.resolucioharijs.com.br</a></p> <p>Resumo (significado/fórmula) - Salto de qualquer corpo ao penetrar após bater em um outro corpo</p>
Objetivo 4 – resultado da pesquisa e fonte (Registre as fontes aqui e anexe os resultados da pesquisa)	<p>Conceito(s) pesquisado(s) - SAFER</p> <p>Fonte - <a href="http://www.superabril.com.br">www.superabril.com.br</a></p> <p>Resumo (significado/fórmula) - Propulsores dirigíveis movida a nitrogênio, e permite o astronauta se deslocar</p>
Objetivo 5 – resultado da pesquisa e fonte (Registre as fontes aqui e anexe os resultados da pesquisa)	<p>Conceito(s) pesquisado(s) -</p> <p>Fonte -</p> <p>Resumo (significado/fórmula) -</p>
Possível solução do problema	<p>O astronauta pode realizar um impulso com a ajuda dos propulsores, e ir em direção ao lado que se rompeu, e o astronauta tenta que se segurar no lado que está preso no nêve. E em seguida ir em direção a espaço nêve, impedindo o RICOCHETE.</p>
Anexar o mapa conceitual da equipe	Vai enviar por email: Sim ( ) Não <input checked="" type="checkbox"/> Envie para <a href="mailto:prisma@uol.com.br">prisma@uol.com.br</a> Email do remetente:

APÊNDICE P – Exemplos de mapas conceituais das equipes para os textos da ABP 01 e da ABP 02







### APÊNDICE Q – Exemplos de auto avaliação das equipes

**COLÉGIO**  
**III M III**  
**MODULO**

**AVALIAÇÃO FORMATIVA DOS ALUNOS**

Seu nome - \_\_\_\_\_ Turma e equipe - 1ª A / 4

Colegas de equipe: Aluno 1 - \_\_\_\_\_ Aluno 2 - \_\_\_\_\_

Aluno 3 - \_\_\_\_\_ Aluno 4 - \_\_\_\_\_

Aluno/Avaliação (Insuficiente, Regular, Bom e Ótimo)	Aluno 1	Aluno 2	Aluno 3	Aluno 4
Interação e respeito aos colegas	A	B	A	C
Participa ativamente de todas as etapas	A	A	B	D
Fez a pesquisa individual	A	B	A	C
Contribui para a solução do problema com argumentações pertinentes	A	B	B	D
Participou da construção do mapa e do debate	A	B	A	D
Presença e pontualidade	A	A	A	D

AVALIAÇÃO	CÓDIGO	AVALIAÇÃO	CÓDIGO
Insuficiente	D	Bom	B
Regular	C	Ótimo	A

**COLÉGIO**  
**III M III**  
**MODULO**

**AVALIAÇÃO FORMATIVA DOS ALUNOS**

Seu nome - \_\_\_\_\_ Turma e equipe - 1ª A - Grupo - 4

Colegas de equipe: Aluno 1 - \_\_\_\_\_ Aluno 2 - \_\_\_\_\_

Aluno 3 - \_\_\_\_\_ Aluno 4 - \_\_\_\_\_

Aluno/Avaliação (Insuficiente, Regular, Bom e Ótimo)	Aluno 1	Aluno 2	Aluno 3	Aluno 4
Interação e respeito aos colegas	B	A	A	A
Participa ativamente de todas as etapas	D	A	A	A
Fez a pesquisa individual	D	A	A	A
Contribui para a solução do problema com argumentações pertinentes	D	D	D	D
Participou da construção do mapa e do debate	D	D	A	A
Presença e pontualidade	D	C	A	B

AVALIAÇÃO	CÓDIGO	AVALIAÇÃO	CÓDIGO
Insuficiente	D	Bom	B
Regular	C	Ótimo	A

**COLÉGIO**  
**III M III**  
**MODULO**

**AVALIAÇÃO FORMATIVA DOS ALUNOS**

Seu nome - \_\_\_\_\_ Turma e equipe - 1ª A - Grupo do José

Colegas de equipe: Aluno 1 - \_\_\_\_\_ Aluno 2 - \_\_\_\_\_

Aluno 3 - \_\_\_\_\_ Aluno 4 - \_\_\_\_\_

Aluno/Avaliação (Insuficiente, Regular, Bom e Ótimo)	Aluno 1	Aluno 2	Aluno 3	Aluno 4
Interação e respeito aos colegas	A	A	A	B
Participa ativamente de todas as etapas	A	A	A	B
Fez a pesquisa individual	B	C	A	B
Contribui para a solução do problema com argumentações pertinentes	A	B	A	C
Participou da construção do mapa e do debate	C	B	A	D
Presença e pontualidade	B	A	A	C

AVALIAÇÃO	CÓDIGO	AVALIAÇÃO	CÓDIGO
Insuficiente	D	Bom	B
Regular	C	Ótimo	A

## APÊNDICE R – Nível de cognição das questões do jogo você é um astro ingênuo?(1)

### Nível 1 - Recordar

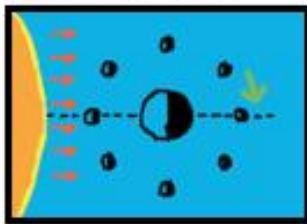
1. O que significa CCTECA?



2. O que é um planetário?



3. Quais são as fases da Lua?



4. Liste os planetas que fazem parte do nosso Sistema Solar:



5. Observe a imagem a seguir e identifique a fase da Lua correspondente:



6. Observe a imagem a seguir e identifique a fase da Lua correspondente:



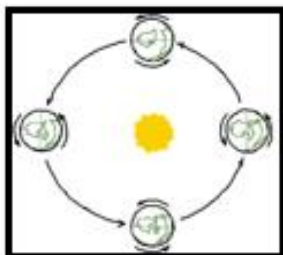
7. O que é um telescópio?



8. Defina Eclipse e liste os diferentes tipos:



9. Apresente os dois movimentos principais da Terra:



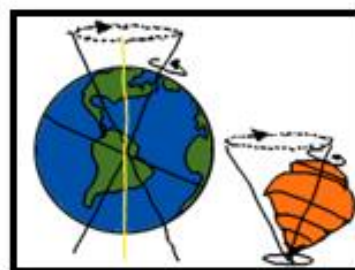
10. Que movimento da Terra interfere nas estações do ano?



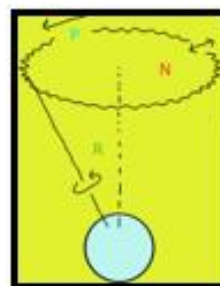
11. Que fenômeno terrestre, envolvendo o alinhamento entre o planeta e a Lua, interfere nos ciclos da agricultura?



12. Nomeie o movimento que provoca a alteração na orientação do eixo de rotação da Terra em torno da órbita da mesma:

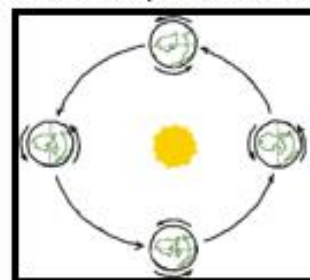


13. Defina Nutação:



**Nível 2 – Entender**

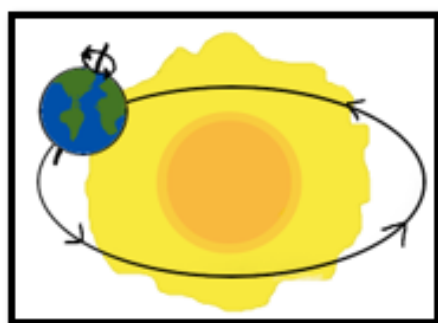
1. Explique a relação entre um dos movimentos da Terra, o dia e a noite:



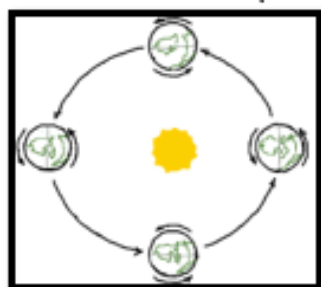
2. Interprete a imagem e identifique a estação do ano correspondente a cada trecho da figura (verde, rosa, laranja e azul):



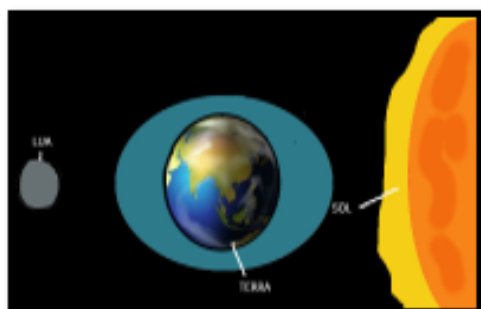
3. Interprete a imagem para descobrir em qual região do planeta a estação climática é o verão:



1. Explique a relação entre um dos movimentos da Terra e as estações do ano:

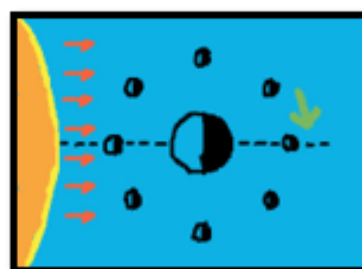


2. Explique o fenômeno observado na imagem, utilizando as interações entre os corpos celestes envolvidos:



### Nível 3 – Aplicar

1. Utilize o seu conhecimento sobre os movimentos de Rotação e Translação, a lanterna do seu celular, dois objetos de diferentes tamanhos e os colegas de equipe, para mostrar porque da Terra visualizamos sempre a mesma face da Lua:



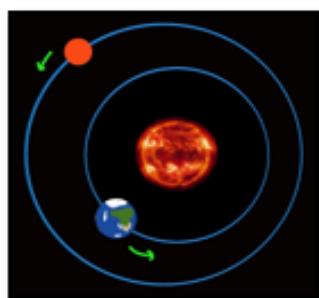
2. Faça um esboço do planeta Terra, representando o seu eixo de Rotação e seu movimento ao redor do Sol, para indicar nele a região do planeta em que a estação climática do ano local é o inverno:



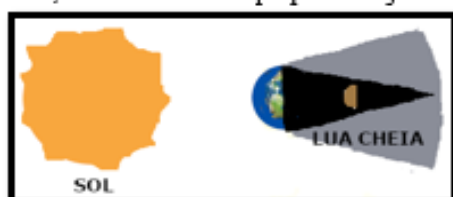
3. Utilize o seu conhecimento sobre os movimentos de Rotação e Translação, a lanterna do seu celular, dois objetos de diferentes tamanhos e os colegas de equipe para demonstrar que na fase de Lua Nova a face oculta da Lua não é escura:



4. Execute, através de uma representação junto à sua equipe, os movimentos da Terra e de Marte ao redor do Sol, respeitando as suas velocidades:



5. Implemente uma pequena sequência que represente um eclipse, com a lanterna do seu celular, suas mãos e um pequeno objeto:

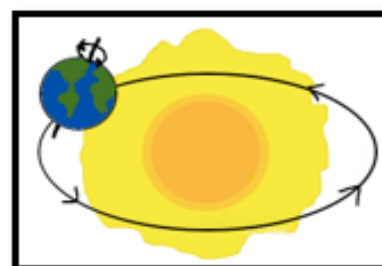


#### Nível 4 - Analisar

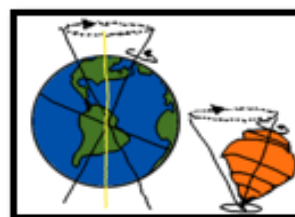
1. Compare as imagens e identifique aquela em que podemos observar o eclipse Solar.



2. Analise a imagem e identifique a região do planeta em que o clima local pode ser o inverno:



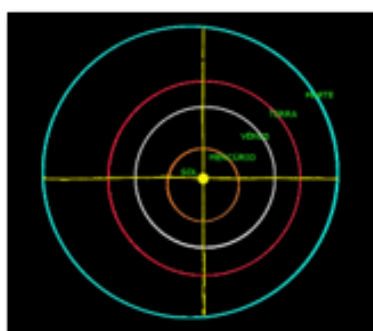
3. Analise a imagem e explique as possíveis causas para o movimento do eixo de rotação indicado pela setinha maior e também representado pelo movimento do pião:



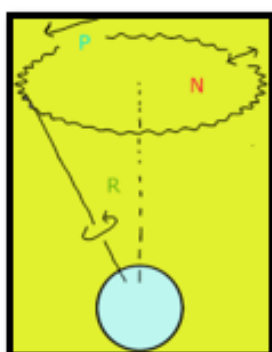
4. Uma espaçonave precisa estar em órbita estacionária ao redor da Terra, ou seja, girar ao redor da mesma durante 24 horas. Para isso acontecer, a sua órbita deve estar contida num plano que passa pela linha do Equador ou num plano que passa pelos pólos?



5. Compare as órbitas dos planetas na imagem e apresente argumentos para indicar o planeta de maior velocidade orbital entre a Terra e Marte:

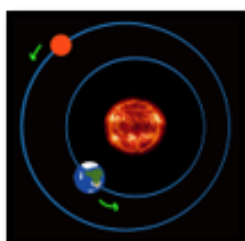


6. Diferencie a Nutação da Precessão:



#### Nível 5 – Avaliar

1. Julgue a afirmação a seguir como verdadeira ou falsa: A Terra se aproxima de Marte porque sua velocidade é maior, já que a sua órbita está mais próxima do Sol”



2. Julgue a afirmação a seguir como verdadeira ou falsa: “A Nutação e a Precessão são movimentos do eixo de rotação da Terra, provocados pela interação entre a Terra, a Lua e o Sol.”

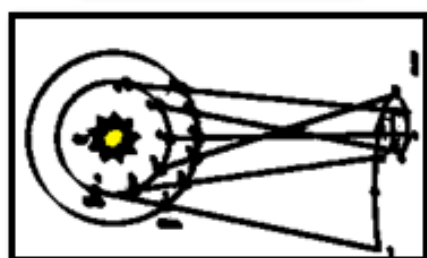
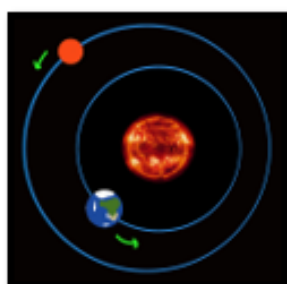


3. Era verão em Aracaju e Ana decidiu acampar, orientando a entrada da barraca para o oeste, um pouco mais à direita do que o faria se fosse inverno. É que ela desejava observar o por do Sol do interior da barraca. Critique a escolha de Ana:



4. Julgue o texto a seguir, justificando a sua resposta:

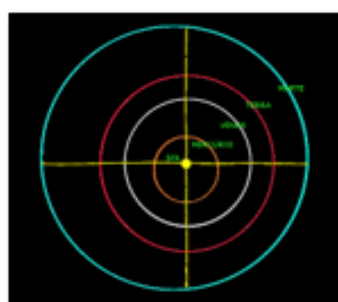
O “movimento de laçada” de Marte pode ser visualizado a partir da Terra, porque os planetas não orbitam o Sol em sincronia. Quanto mais distante do Sol, maior é o período de translação de um planeta. Por esse motivo Marte parece estar sempre se aproximando da Terra (movimento retrógrado).



5. Julgue a afirmação a seguir, justificando a sua resposta: “A quantidade de movimento da Lua ao redor da Terra é constante, se considerarmos que a sua velocidade tem módulo constante”.



6. Considere um astronauta em Marte: o momento linear do astronauta é igual, maior ou menor do que o momento linear de Marte? Justifique:

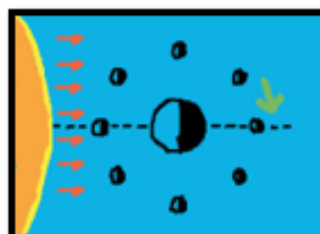


### Nível 6 - Criar

1. Construa uma argumentação para provar que a face escura da Lua não pode ser considerada a face oculta da mesma:



2. Construa uma argumentação para provar que vemos sempre a mesma face da Lua, utilizando para isso os movimentos de Rotação e Translação da Lua:



3. Crie uma questão envolvendo os conceitos relacionados às órbitas dos planetas, no nível de cognição da recordação:



4. Desenvolva uma questão envolvendo os movimentos apresentados no contexto da imagem e que exige a análise da quantidade de movimento do objeto:



5. Invente uma situação em que a quantidade de movimento do objeto é constante, citando todos os detalhes:



## APÊNDICE S – Nível de cognição das questões do jogo você é um astro ingênuo?(2)

### Nível 1 – Recordar

1. O que significa CCTECA?
2. O que significa ISS?
3. O que é um planetário:
4. Defina Microgravidade:
5. O que é um tour virtual?
6. A altitude é medida em relação a(o) \_\_\_\_\_
7. Cite dois conceitos que se relacionam no cálculo da Pressão:
8. Liste os conceitos que se relacionam no cálculo do módulo do Momento Linear:
9. Nomeie a grandeza que relaciona os conceitos distância percorrida e intervalo de tempo:
10. O que significa SAFER?
11. Defina pêndulo de Newton:
12. Cite a força que mantém a ISS em órbita terrestre:
13. Cite um exemplo de lixo espacial:

### Nível 2 – Entender

1. Esclareça porque no movimento circular uniforme de um objeto, a Quantidade de Movimento do mesmo é variável:
2. Explique a relação entre a força gravitacional e a órbita da ISS ao redor da Terra:
3. Classifique o movimento da órbita da ISS como Retilíneo ou Curvilíneo, acelerada ou desacelerada:
4. Interprete a imagem a seguir, para explicar o que acontece com a velocidade da bola de tênis, durante a subida, após a colisão vertical com a bola de volei:



5. Interprete a imagem a seguir, para explicar as transformações de energia que ocorrem com a bola de tênis, durante a subida, após a colisão vertical com a bola de volei:



6. Explique o que significa a queda de pressão no interior da ISS, devido a um furo no lado russo da mesma:

### Nível 3 – Aplicar

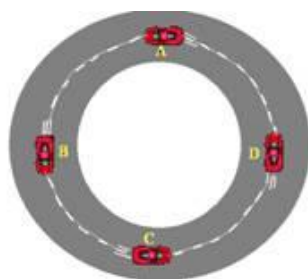
1. Utilize o conceito da quantidade de movimento para explicar a importância do air bag no carro, durante uma colisão:
2. Aplique o seu conhecimento sobre momento linear para demonstrar um exemplo experimental em que há a troca da quantidade de movimento:
3. Considere um motorista em seu carro com velocidade diferente de zero. Quem tem maior momento linear, o motorista ou o carro?
4. Execute, ou mostre como executaria, no Pêndulo de Newton, uma experiência em que haveria a troca de quantidade de movimento entre objetos de massas diferentes, de maneira a ser possível visualizar essa troca:
5. Apresente, através de uma encenação com a sua equipe, uma proposta em que o objeto, em movimento uniforme, possui momento linear variável.

### Nível 4 – Analisar

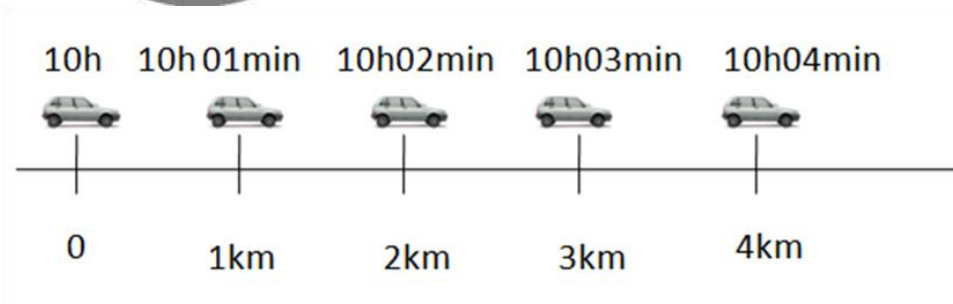
1. Diferencie Microgravidade e gravidade zero, para um sistema de referência inercial:
2. Diferencie direção e sentido de um movimento:
3. Analise as imagens e identifique a situação em que o momento linear do móvel é constante:



A Lua em órbita terrestre



Um carro na pista circular e velocidade de valor constante de 80km/h.



4. Quem tem maior quantidade de movimento, a Lua ou o astronauta que está na Lua? O astronauta na superfície da Terra ou o mesmo astronauta na Estação Espacial Internacional?
5. Quando as bolas de volei e de tênis são abandonadas simultaneamente, a partir de uma mesma altura, quem chega com maior velocidade ao chão, se for desprezada a resistência do ar?
6. Quando as bolas de volei e de tênis são abandonadas simultaneamente, a partir de uma mesma altura, quem chega com maior momento linear ao chão, se for desprezada a resistência do ar?

### Nível 5 – Avaliar

1. Julgue a afirmação a seguir: “As consequências da colisão entre um objeto do lixo espacial e a ISS depende apenas da massa do lixo”.
2. A colisão entre um fragmento de lixo espacial e a ISS perfurou a superfície da mesma, causando a despressurização do seu interior. Justifique essa queda de pressão:
3. O astronauta saiu para fazer um reparo externo na ISS. Ao se afastar da mesma, para observar a extensão do furo na estação, percebeu que os propulsores do SAFER não funcionavam e que o cabo que o prendia à estação rompeu. Para volta, ele decidiu dar um impulso com os pés para o lado oposto da estação. Critique a decisão do astronauta:
4. Julgue a afirmação a seguir: “No experimento do Pêndulo de Newton, quando duas esferas de massas iguais eram abandonadas, uma esfera com o dobro da massa saía do lado oposto do experimento”.
5. Sob a ação da microgravidade a altura dos astronautas era maior do que na superfície da Terra. avalie essa afirmação:

**Nível 6 – Criar**

1. Elabore uma argumentação para explicar como o astronauta pode voltar à estação, depois que o cabo de segurança rompeu e que os propulsores do SAFER falharam:
2. Crie uma questão envolvendo os conceitos colisão, quantidade de movimento e energia, exigindo o nível de cognição da recordação:
3. Invente um exemplo do seu cotidiano em que o momento linear do móvel é constante:
4. Produza uma proposta de uma pequena encenação, com os componentes de sua equipe, em que apenas a direção do momento linear seja variável:
5. Crie uma proposta para a redução da força de impacto do motociclista com o chão, quando o mesmo cai de uma moto a alta velocidade:

**Respostas das questões**

As respostas das questões apresentadas por um jogador e sua equipe são abertas. Há, a depender da questão, a possibilidade de haver mais de uma resposta diferente. É a turma, que, junto com as equipes participantes e o tutor, avalia a resposta indicada. Essas respostas fazem parte de tudo o que foi trabalhado durante a apresentação do produto, logo estão nos textos, vídeos, experimentos, atividade de sala e pesquisa. Uma parte das questões exige que os jogadores ultrapassem o universo do contexto do produto (Astronomia), solicitando encenações, avaliação de afirmações e criação de novas questões. Trata-se de um jogo didático, específico para os conceitos trabalhados nesta sequência.

**APÊNDICE T – Questionário de avaliação de satisfação dos alunos com relação ao produto**

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE SATISFAÇÃO DOS ALUNOS				
Nº Questão	Questão	Bom	Regular	Ruim
01	A sua avaliação sobre o vídeo A Formação do Universo, na introdução do estudo da Quantidade de Movimento, foi:			
02	A sua avaliação sobre o vídeo tutorial para explicar o PBL, como ele funciona e o papel de cada componente da equipe foi:			
03	A sua avaliação sobre o vídeo tutorial para explicar como construir o mapa conceitual de um texto foi:			
04	O nível das questões na avaliação diagnóstica 1 pode ser considerada como:			
05	O texto do PBL 01, com título A Terra Observa Marte..., foi considerado um texto:			
06	A ideia das imagens do texto 01, feito como história em quadrinhos, é considerada por você como:			
07	O texto do PBL 02, com título A ISS e lixo espacial em rota de colisão, foi considerado por você como:			
08	Os mapas conceituais são ferramentas de análise da aprendizagem do grupo, cujo papel é:			
09	Os experimentos e vídeos dos experimentos têm, para o produto, um objetivo:			
10	O jogo Você é um astro ingênuo? é:			
11	Trabalhar em equipe é:			

Fonte: A própria autora.

## ANEXO A – Texto auxiliar da ABP 01 movimentos da Terra<sup>(\*)</sup>

Esse texto foi retirado do portal Brasil Escola, segundo referência no final do texto.

Ao todo, existem catorze movimentos da Terra. Alguns interferem diretamente na vida em sociedade, outros, nem tanto.



A Terra realiza vários movimentos

Segundo PENA (2018), o planeta Terra não é estático no universo, assim como acontece com todos os corpos celestes. Ele realiza uma série de movimentos envolvendo a órbita em torno de si mesmo, ao redor do sol, em conjunto com a Via Láctea e com o próprio universo. Portanto, estudar esses movimentos significa entender uma parte da dinamicidade do espaço sideral.

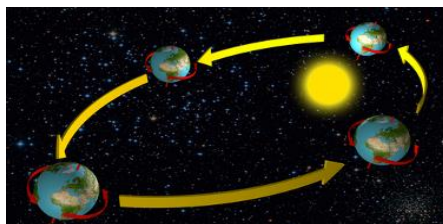
Os principais movimentos da Terra, isto é, aqueles que possuem um efeito direto mais notório em nossas vidas, são a rotação e a translação. A rotação é o movimento que a Terra realiza em torno de si mesma, circulando ao redor do seu eixo imaginário central durante um período aproximado de 24 horas, com uma velocidade de 1.666 km/h. A rotação ocorre no sentido anti-horário, ou seja, de oeste para leste, o que faz com que o movimento aparente do sol seja de leste (nascente) para oeste (poente). A principal consequência desse movimento é a sucessão dos dias e das noites.

A translação é o movimento elíptico que a Terra executa ao redor do sol, com uma duração de 365 dias, 5 horas e 48 minutos em uma velocidade de 107.000 km/h. Quando a Terra termina uma volta completa em relação ao sol, dizemos que se passou um ano. A principal consequência desse movimento é a origem das estações do ano, que ocorrem pelo fato de o eixo do planeta apresentar uma inclinação de  $23^{\circ}27'$ , ocasionando a sucessão dos solstícios e dos equinócios.

O movimento de translação também é chamado de revolução.

---

<sup>(\*)</sup> Fonte: Pena (2018)



Movimento de translação terrestre

A Terra possui variações desses movimentos, como outros três importantes movimentos que não possuem uma influência muito notória sobre a humanidade, mas que são importantes por originarem outros movimentos. Essas variações são a precessão, a nutação e o deslocamento do periélio.

A precessão – ou precessão dos equinócios – é o movimento giratório realizado pela projeção de eixo de rotação terrestre no sentido horário, com uma duração cíclica de 25.770 anos. A principal consequência é a antecipação dos equinócios e a mudança da posição aparente dos astros celestes no céu.

A nutação é uma pequena variação periódica no eixo rotacional terrestre que ocorre a cada 18,6 anos em função da influência da gravidade da Lua sobre a Terra. Não há consequências relevantes.

O deslocamento do periélio é a variação da órbita terrestre ao redor do sol. Como sabemos, o periélio é o ponto da órbita em que o planeta encontra-se mais próximo ao corpo solar. Assim, essa diferença varia ao longo do tempo em função da influência da órbita de outros planetas, com uma repetição cíclica de 21 mil anos.

Além desses cinco movimentos apresentados, a Terra realiza outros nove movimentos de menor importância que envolvem derivações desses ciclos e transformações ocorridas em conjunto com o universo.

Um desses movimentos é a obliquidade da eclíptica, que é a variação entre o plano da órbita da Terra e o plano da Linha do Equador, ou seja, a variação do eixo de inclinação. Esse movimento possui um ciclo de 42 mil anos e faz com que o ângulo desse eixo varie entre 22° e 24°30'.

Há também a variação da excentricidade da órbita, em que o eixo de translação da Terra ora é mais circular, ora é mais elíptico, possuindo uma duração cíclica de 92 mil anos. Há indícios de que esse movimento seja o responsável pelas grandes glaciações da Terra.

Já o movimento do centro de massa Terra-Lua indica a órbita que o centro de massa do sistema Terra-Lua realiza ao redor do sol. Da mesma forma, o movimento em torno do centro de massa do Sistema Solar é o movimento realizado pela Terra ao redor do centro de massa do sol e todos os planetas que circundam ao seu redor.

Outro movimento interessante é o movimento das marés, em que há uma contração e uma descontração cíclicas do globo terrestre por influência da gravidade da Lua. A mais conhecida influência desse movimento é a variação das marés.

A Terra também realiza alguns movimentos imprevisíveis, com pequenas variações em suas órbitas, fenômeno ocasionado pela influência dos demais planetas solares, notadamente Vênus e Júpiter. Esses movimentos são chamados de perturbações planetárias.

Como o Sol também se desloca, observa-se que, concomitante ao movimento de translação, a Terra também realiza um movimento helicoidal em direção ao próprio sol.

Da mesma forma ocorre em relação à Via Láctea, que apresenta um giro ao redor de seu centro com duração de 250 milhões de anos. A Terra, assim como todo o sistema solar, faz parte dessa movimentação, que é chamada de rotação junto com a galáxia. No entanto, como o universo continua expandindo-se, a galáxia também se movimenta, levando todos os seus corpos celestes consigo, o que faz com que seja considerado o movimento de translação junto com a galáxia.



Imagem da Via Láctea

Em resumo, os 14 movimentos da Terra são:

- 1) Rotação
- 2) Translação
- 3) Precessão
- 4) Nutação
- 5) Deslocamento do periélio
- 6) Obliquidade da eclíptica
- 7) Variação da excentricidade da órbita

- 8) Movimento de centro de massa Terra-Lua
- 9) Movimento em torno do centro de massa do Sistema Solar
- 10) Movimento das Marés
- 11) Perturbações Planetárias
- 12) Movimento Helicoidal
- 13) Rotação junto com a galáxia
- 14) Translação junto com a galáxia

## **REFERÊNCIAS**

PENA, Rodolfo F. Alves. "Movimentos da Terra"; *Brasil Escola*. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/movimentos-terra.htm>>. Acesso em 05 de outubro de 2018.

**ANEXO B – Produto educacional**

**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



Universidade Federal de Sergipe



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**  
**DEPARTAMENTO DE FÍSICA**  
**Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Física**

**PRODUTO EDUCACIONAL**

**A ABP COMO ESTRATÉGIA DIDÁTICA E A ASTRONOMIA  
COMO CONTEXTO NO ENSINO DA QUANTIDADE DE  
MOVIMENTO**

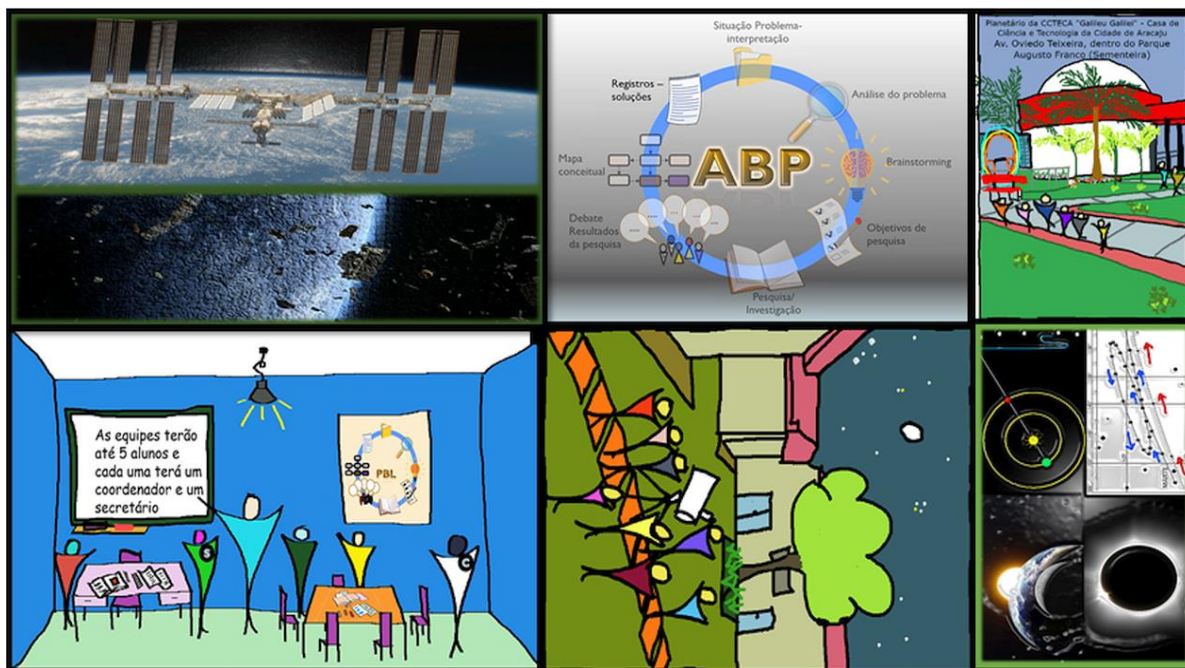
**Magna Coeli Soares Rodrigues**

Orientadores:

Prof. Dr. Sergio Scarano Junior

Profa. Dra. Laelia Pumilha Botelho Campos  
dos Santos

São Cristóvão – SE  
2019



## APRESENTAÇÃO

Como professora de Física do ensino médio e fundamental da rede particular, tenho testemunhado o investimento de algumas escolas em tecnologias, com o objetivo de potencializar a aprendizagem. No entanto, há uma série de fatores de ordem não material que podem desestimular os alunos em seu processo de aprendizagem.

Em minha experiência tenho observado um número considerável de alunos com uma imagem prévia negativa da Física, alimentada por influência da mídia, de amigos ou mesmo da família. Eles também têm dificuldade em reconhecer conceitos, realizar operações matemáticas básicas e estabelecer as conexões necessárias à análise da situação. Tal fato impede a organização de dados, pelo aluno, para a construção e desenvolvimento de estratégias na busca da solução de problemas. Outro fator é que o professor precisa atender a turmas com um número elevado de estudantes, e o tempo de aula é insuficiente para o atendimento individual, o que dificulta o estabelecimento de conexões, acentuando a crença do aluno na própria incapacidade de aprendizagem independente.

A escola e o professor devem buscar propostas pedagógicas conectadas à realidade do aprendiz, para que o mesmo não atue como indivíduo passivo no processo de aprendizagem, mas que faça parte de um diálogo (FREIRE, 2017). Em sala de aula é necessária a interação e o sentimento entre aprendiz, professor, matéria de ensino e contexto. Um aluno aprende de um jeito próprio, a interação com os colegas desenvolve nele a capacidade de consolidar o saber e

entender o ponto de vista do outro, acelerando o seu desenvolvimento cognitivo e interpretação de mundo (MEIRIEU, 2002).

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), entender o mundo de modo organizado e racional só é possível quando adquiridas as competências que vêm com o conhecimento das Ciências da Natureza, e que dão ao aprendiz a capacidade de representar/comunicar, investigar/compreender e contextualizar socialmente. (BRASIL, 2006)

Para Moreira, Caballero e Rodriguez (1997) é necessário que o ensino de Física, assim como as demais componentes curriculares do núcleo de Ciências da Natureza, esteja relacionado com a investigação. Se o estudante está habilitado para a pesquisa, ele é capaz de implementar estratégias na procura de respostas, estabelecer conexões entre os conhecimentos prévios e os novos conceitos, desenvolver uma atitude reflexiva e autocrítica diante dos erros que inevitavelmente ocorrerão.

Bachelard (1996) também fala da importância da ruptura, em que há o constante e árduo trabalho de desconstrução e reconstrução de ideias no desenvolvimento da aprendizagem crítica, questionadora, não apenas significativa. Esse processo depende da disposição do aluno em querer aprender e, nesse sentido, um caminho é o trabalho em grupos, utilizando situações problema com temas abrangentes e atuais.

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), ou Problem Based Learning (PBL), é uma proposta de trabalho para o desenvolvimento da metacognição do aluno. Ela se utiliza de temas atuais para motivar o aprendiz a adotar um comportamento interessado e participativo, em um ambiente colaborativo e que permite a cooperação, através do respeito e compartilhamento de ideias. (RAINE; SYMONS, 2005)

O fascínio que temos sobre a origem e estrutura do Universo também motiva o aprendiz, logo é coerente introduzir o estudo da Mecânica no contexto da Astronomia, associando o tema estruturador Universo, Terra e Vida ao tema Movimentos: Variações e Conservações, citados pelos Parâmetros Curriculares Nacionais. As novas descobertas espaciais, o uso dos telescópios, a descrição dos movimentos dos planetas, dos satélites e os efeitos das interações gravitacionais sempre causaram interesse ao indivíduo. E com esse interesse fica mais fácil entender fenômenos do nosso cotidiano que envolvem movimentos como o dia e a noite, as fases da Lua, os eclipses e o fenômeno das marés. (BRASIL, 2006)

Tradicionalmente o estudo da mecânica inicia-se com conteúdos de Cinemática, enfatizando-se os aspectos matemáticos, como gráficos, vetores e a caracterização de movimentos, sem que estes surjam como uma necessidade dos alunos de explicar fenômenos observados. Por outro lado, por meio da Astronomia, explicar os fenômenos observados no céu

exige do aluno o entendimento do conceito de quantidade de movimento e de sua conservação. Isto permite que o aluno explore o caráter vetorial dessa grandeza, desenvolvendo o conhecimento em uma atitude investigativa.

A proposta desse trabalho é desenvolver uma sequência didática para a aprendizagem do conceito de Momento Linear em contextos da Astronomia, como no estudo dos movimentos dos corpos celestes e de suas interações, associando-o, sempre que possível, à contextualização histórica e às tecnologias atuais. Através da metodologia da ABP, a ideia principal é abordar problemas baseados em situações do mundo real, abrangentes e atuais, envolvendo a Astronomia.

Para estimular, em conjunto com os alunos, um canal de comunicação, uma estratégia de construção de vínculos e ferramentas diversificadas compõem a aplicação desse produto: vídeos, tutoriais, texto com imagens em quadrinhos, construção de mapas conceituais, realização de métodos investigativos, debates e participação no jogo Você é um astro ingênuo?. O objetivo final é compartilhar conhecimentos, desenvolver novos conceitos e propor soluções para situações problemas.

## SUMÁRIO

<b>1 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP) – PROBLEM BASED LEARNING (PBL).....</b>	<b>1</b>
1.1 A História da ABP.....	1
1.2 Características da ABP.....	2
1.3 Etapas da ABP.....	3
<b>2 CONCEITOS QUE COMPÕEM O CONTEXTO DA ASTRONOMIA.....</b>	<b>6</b>
<b>3 A TAXONOMIA DE BLOOM.....</b>	<b>7</b>
<b>4 O MAPA CONCEITUAL COMO FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....</b>	<b>8</b>
<b>5 ETAPAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....</b>	<b>9</b>
5.1 Sequência Didática.....	10
5.2 Etapas Obrigatórias e Optativas.....	15
<b>6 PLANOS DE AULA.....</b>	<b>17</b>
<b>7 MATERIAL UTILIZADO NA APLICAÇÃO DO PRODUTO.....</b>	<b>25</b>
7.1 Textos da ABP 01 e 02.....	25
7.1.1 Texto A Terra observa Marte.....	25
7.1.2 Texto A ISS e lixo espacial em rota de colisão.....	29
7.2 Avaliações Diagnósticas.....	31
7.2.1 Avaliação diagnóstica 01.....	31
7.2.2 Avaliação diagnóstica 02.....	35
7.3 Fichas de Registro – Seção 1 e Seção 2.....	40
7.4 Ficha de Auto Avaliação.....	40
7.5 Roteiros dos Experimentos.....	41
7.6 Atividade de sala - aula de consolidação.....	42
7.7 Texto Auxiliar da ABP 01 - Movimentos da Terra.....	44
7.8 Jogo Você é um astro ingênuo?.....	47
<b>8 RESPOSTAS DAS ATIVIDADES E AVALIAÇÕES.....</b>	<b>78</b>
<b>9 AJUSTES E CONSIDERAÇÕES.....</b>	<b>82</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>87</b>

## **1 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP) – PROBLEM BASED LEARNING (PBL)**

Esta seção apresenta a história, as características e as etapas da ABP.

### **1.1 A História da ABP**

A Aprendizagem Baseada em Problemas surgiu como uma ferramenta inovadora, apresentando uma abordagem metodológica de ensino e aprendizagem que ressalta a interação e a investigação. A Universidade McMaster em Ontário, Canadá, foi a primeira a incorporar a ABP em seu currículo, em escolas médicas de pós-graduação, nas décadas de 1960 e 1970, com a intenção de que os profissionais da área de saúde tivessem acesso a uma formação inovadora, permanente e continuada após a graduação. Havia também a necessidade de aliar a teoria à prática nos trabalhos clínicos, durante a graduação. Esse método foi inspirado no modelo de ensino aplicado na escola de Direito de Harvard, na década de 1920, e no de medicina da Universidade Case Western Reserve nos Estados Unidos, por volta de 1950. (RIBEIRO, 2010)

Segundo Raine e Symons,

A ABP (Aprendizagem Baseada em Problemas) é um método de ensino centrado no estudante em que os alunos aprendem a investigar problemas do mundo real e, trabalhando em grupos, buscam as ferramentas necessárias para resolvê-los. (RAINE; SYMONS, 2005, p. 3)

No Brasil, a Universidade Estadual de Londrina foi a pioneira na implantação do PBL como método de ensino em 1997. Com o desenvolvimento das grandes redes de comunicação, a Aprendizagem Baseada em Problemas deixou de ser um método exclusivo da classe médica ou do ensino superior e, desde então, é “[...] considerada uma nova forma de ensinar e aprender que pode se contrapor aos métodos tradicionais de ensino e aprendizagem.” (MUNHOZ, 2015, p. 123)

Atualmente, inúmeros trabalhos de pesquisa em ambientes colaborativos são realizados com ABP, que encontra na Pedagogia Ativa de John Dewey a inspiração para a aprendizagem significativa a partir de situações problema reais. Dewey acreditava que a cognição de um aluno era estimulada a partir de situações reais de seu cotidiano, mobilizando a prática da investigação, análise crítica e resolução criativa dos problemas. (SOUZA; DOURADO, 2015)

Para Raine e Symons (2005), ABP tem passado por adaptações à medida que é aplicada, mas também vem sendo utilizada em uma série de abordagens: Aprendizagens Baseadas em

Projetos, Aprendizagem Baseada em Contextos, Aprendizagem Baseada em Casos e Aprendizagem Baseada na Investigação. As situações provocadoras iniciais vão desde cenários de problemas à perguntas gerais de investigação e casos. Mas é importante considerar que, segundo Raine e Symons (2005, p.4), a “[...] ABP, assim como qualquer pedagogia, não funciona por imitação. Tem que ser adaptada, geralmente por tentativa e erro, às circunstâncias locais.”

Além da área de saúde, a ABP foi incorporada (e adaptada) por outras áreas do conhecimento: as engenharias, a matemática, a física, a biologia, a química, o direito, a psicologia e a geografia, entre outros.

## 1.2 Características principais da ABP

Na participação de uma ABP os estudantes têm como objetivo solucionar os problemas de forma ativa, enquanto o professor orienta, mantém os alunos envolvidos no processo, garantindo desafios que incentivem a construção de significados na aprendizagem de conceitos.

Para que haja qualquer interação entre os participantes do processo de construção do conhecimento na Aprendizagem Baseada em Problemas é necessário considerar alguns pontos:

- A criação de um ambiente colaborativo e encorajador;
- O estímulo à participação ativa do estudante;
- A importância das relações aluno-aluno e aluno-tutor ;
- O desenvolvimento de estratégias de ensino a partir do conhecimento prévio do aprendiz;
- O papel do tutor como orientador e mantenedor do equilíbrio *desafio x solução* do problema apresentado;
- A situação problema apresentada deve fazer sentido para o aluno;
- A presença da relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

O problema pode ter uma ou mais questões, contanto que elas estejam alinhadas ao tema proposto, e para elaborar o problema o professor deve considerar os conhecimentos prévios do aluno. Munhoz (2015) afirma que na apresentação da situação problema a definição do cenário é importante, porque escolher um bom contexto programático (objeto do texto chamado gatilho) pode garantir o sucesso da investigação através da aprendizagem do tema investigado. O título deve chamar a atenção do aluno (objeto chamado gancho), para que o mesmo identifique o tema

do objeto de estudo. O cenário pode ser apresentado através de um pequeno vídeo, imagens, texto jornalístico, diálogos impressos e outros.

Problemas abertos facilitam a condução ao afastamento de respostas imediatas, incentivando o aluno a descentralizar o seu pensamento e a refletir sobre suas atividades. Segundo Sigel e McGillicuddy-Delisi (*apud* SOUSA; ALVES, 2017), assim o aluno adquire um controle mais efetivo da própria aprendizagem, tornando-se mais analítico.

Quando o problema apresentado é estruturado de tal maneira que não apresenta uma solução clara e imediata, mas que pode se modificar com o aparecimento de novas informações, ele divide opiniões entre os componentes da equipe. Os estudantes têm a necessidade de aprender a argumentar, a provar o seu raciocínio através da pesquisa, de tentativas, erros e da ação.

Os grupos tutoriais trabalham com o apoio e sob a supervisão de um tutor. A função deste é estimular o processo de aprendizagem, sem apresentar as respostas, ajudando a cumprir as atividades propostas e orientando as discussões. Nas equipes, os estudantes identificam os problemas, interpretam as informações coletadas, realizam pesquisa sobre o tema, debatem o assunto e elaboram possíveis soluções. É necessário material disponível para pesquisa, mesmo utilizando a internet.

Quando as novas informações, adquiridas a partir da investigação, entram em conflito com o conhecimento prévio do aprendiz, o mesmo é forçado a utilizar habilidades de pensamento de ordem superior, como: análise, síntese, avaliação e criação. Através de discussões com propósitos construtivos, da colaboração e da cooperação entre os componentes da equipe, novos conceitos são desenvolvidos para criar possíveis soluções à situação apresentada. O aluno aprende a aprender. (MUNHOZ, 2015)

### **1.3 Etapas da ABP**

Segundo Berbel (1998), o grupo tutorial é composto de 8 a 10 alunos. Entre os alunos um será o coordenador e outro será o secretário, acontecendo um rodízio a cada sessão, para que todos exerçam essas funções.

É importante lembrar que cada sessão de uma ABP tem dois tutoriais: o 1º tutorial (abertura) envolve os momentos de leitura e interpretação até o levantamento dos objetivos de pesquisa; o 2º tutorial contempla o debate com os resultados da pesquisa extra classe, a proposição de uma solução para o problema identificado no texto e o registro dos resultados. Nos momentos de convivência todos se disponibilizam em participar do processo de

aprendizagem, criando espaços para a cooperação, nos quais todos têm o mesmo grau de importância e colaboram para a aprendizagem mútua.(BERBEL, 1998)

Considerando possíveis adaptações e com base nos 7 passos da Maastricht University (Holanda), as etapas da ABP estão representadas na imagem da Figura 01 a seguir:

**Figura 01 – Imagem com sequência das etapas da ABP**



Fonte: Adaptado de Raine e Symons (2005), por esta autora.

A leitura é feita em voz alta pelo tutor da turma ou pelo líder de equipe. A partir desse momento, temos, segundo :

- O levantamento dos termos conhecidos e desconhecidos. É a fase de interpretação;
- Na fase de análise do problema os componentes da equipe utilizam o seu conhecimento prévio para trocar informações sobre os conceitos desconhecidos e identificação da questão – problema;
- Em seguida há o brainstorming (debate) entre os componentes da equipe para o levantamento de hipóteses (das questões-problema apresentadas);
- Resumo das hipóteses;
- Na fase seguinte a equipe identifica os objetivos de pesquisa individual (ou em equipe, se realizado em sala de aula, com os recursos disponíveis);
- A investigação individual, cujos objetivos foram listados em equipe, permite que o aluno adquira autonomia, desenvolvendo a habilidade de aprendizado individual na busca por respostas à situação problema;

- Nesta fase os componentes da equipe apresentam os resultados e participam do segundo debate, em que complementam os conhecimentos anteriores. O grupo encontra uma possível solução para a situação problema identificada no texto, faz o seu registro e a apresenta ao tutor e à turma.

## 2 CONCEITOS QUE COMPÕEM O CONTEXTO DA ASTRONOMIA

Desde a apresentação do produto às turmas até a aplicação do jogo, utilizamos conceitos que fazem parte da Astronomia, listados no quadro 01. Esses conceitos fazem parte do tema estruturador Terra, Universo e Vida, que coloca em discussão as condições físicas para o surgimento e desenvolvimento da vida, aqui na Terra ou num contexto maior, que é o da evolução cósmica.

**Quadro 01 – Conceitos da Astronomia utilizados na aplicação do produto**

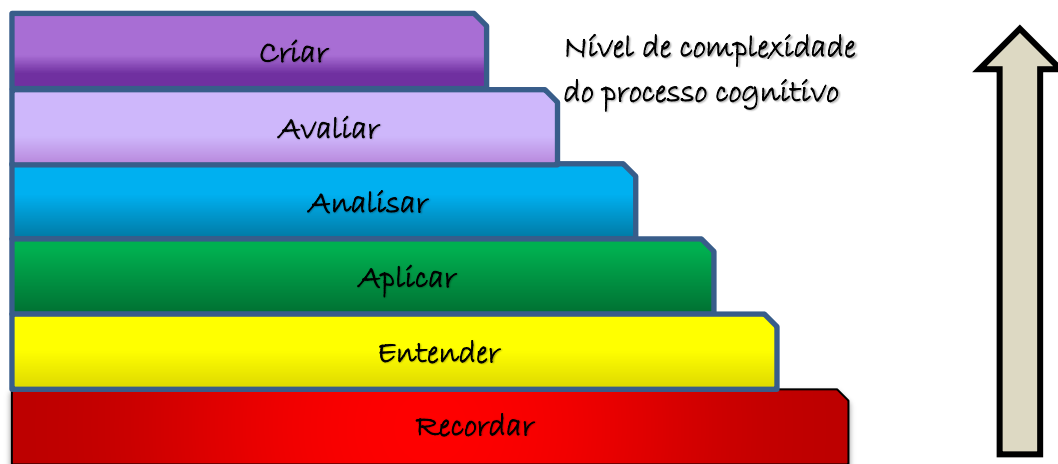
Etapa de aplicação do produto	Conceitos da Astronomia
Aula 1 - Vídeo A formação do Sistema Solar	Formação de corpos celestes, movimentos e colisões.
Aula 2 – Texto da ABP 01	Planetário, Astronomia, telescópios, corpos celestes, planetas, satélites, estrelas, movimentos da Terra, Lua e Sol, estações do ano, fases da Lua, eclipses, marés, face oculta da Lua, rotação, translação, precessão, nutação, órbitas dos planetas.
Aula 4 – Texto da ABP 02	Planetário, ISS, microgravidade, órbita, pressão, astronauta, Astronomia, tripulantes, lixo espacial, colisão, SAFER, propulsores.
Aula 8 – Jogo Você é um astro ingênuo?	Quantidade de movimento de um planeta, planetário, Astronomia, telescópios, corpos celestes, planetas, satélites, estrelas, movimentos da Terra, Lua e Sol, estações do ano, fases da Lua, eclipses, marés, face oculta da Lua, rotação, translação, precessão, nutação, órbitas dos planetas, ISS, microgravidade, órbita, pressão, astronauta, tripulantes, lixo espacial, colisão, SAFER, propulsores.

Fonte: Autoria própria.

### 3 TAXONOMIA DE BLOOM

Para a construção dos problemas na ABP a taxonomia de Bloom é uma ferramenta que facilita a elaboração de problemas claros e significativos, permitindo que o professor auxilie seu aluno a adquirir competências, a partir do domínio de habilidades, implementando objetivos, estratégias e conteúdo que realmente importam (FERRAZ e BELHOT, 2010). A Figura 02 apresenta as dimensões do processo cognitivo utilizados na construção de um problema, em nível crescente de dificuldade, a partir dos objetivos definidos pelo professor à aprendizagem do estudante.

**Figura 02 – Categorização atual da Taxonomia de Bloom proposta por Anderson, Krathwohl e Airasian no ano de 2001**



Fonte: Adaptada de Ferraz e Belhot (2010), por esta autora.

Do nível mais básico de cognição ao mais elevado: recordar significa lembrar ou reconhecer o mais relevante da informação; entender significa ser capaz de explicar ou classificar conceitos; aplicar significa demonstrar, ilustrar, executar, seguir um procedimento, as normas, regras, ideias e conceitos; analisar significa desmembrar a informação em partes ou componentes e entender a relação entre elas; avaliar significa julgar e emitir juízo, estabelecendo padrões e critérios, segundo o valor das informações e das ideias; criar significa combinar diferentes partes para elaborar uma nova visão, estrutura ou modelo (FERRAZ; BELHOT, 2010).

Do processo cognitivo *recordar* ao *criar*, são utilizados pensamentos que vão de uma ordem inferior a pensamentos de ordem superior, da Taxonomia de Bloom revisada. O produto educacional aqui apresentado usou a taxonomia de Bloom na elaboração e adaptação das seguintes etapas: atividade de cálculo da quantidade de movimento em duplas, questões do jogo *Você é um astro ingênuo?*, avaliações diagnósticas 1 e 2 e textos das ABPs.

#### 4 O MAPA CONCEITUAL COMO FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Os mapas conceituais são utilizados como ferramentas que estabelecem relações significativas entre conceitos. A partir de conceitos mais inclusivos, até os conceitos mais específicos, que se relacionam através de conexões explicativas, os mapas oferecem perspectivas de análise dos possíveis trajetos de ligação, construídos entre os conceitos prévios do aprendiz e os novos conceitos, na formação de proposições. Segundo Novak,

Os mapas conceituais têm por objetivo representar relações significativas entre conceitos na forma de proposições. Uma proposição consiste em dois ou mais termos conceituais ligados de modo a formar uma unidade semântica. Na sua forma mais simples, um mapa de conceitos consta apenas de dois conceitos e uma palavra de ligação de modo a formar uma proposição [...] (NOVAK, 1984, p. 31)

De acordo com Moreira (2012) um mapa conceitual pode ser utilizado como ferramenta para analisar as relações significativas, construídas pelo aluno na assimilação de novos conceitos, através dos processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. A partir do momento que o aluno obtém mais detalhes de um conceito, observando diferenças em relação ao seu significado anterior, mais fácil fica a sua realocação na estrutura cognitiva. Se o conceito se torna mais estável a aprendizagem se torna mais significativa.

Não há um mapa correto ou errado, mas ele dá ao professor a noção dos significados preexistentes na estrutura cognitiva do aluno, de como a sua vivência interfere nas ressignificações e na construção de novos significados. Eles podem ser construídos a partir de um conceito mais amplo ou inclusivo, que também pode ser o mais importante, na parte superior, para conceitos mais específicos, que ficam na base do mesmo (Figura 03). A orientação é feita a partir de setas, que organizam o sentido da proposição e ligam dois conceitos através de uma conexão explicativa. (MOREIRA, 2012)

**Figura 03 – Exemplo de construção de um mapa conceitual<sup>31</sup>**

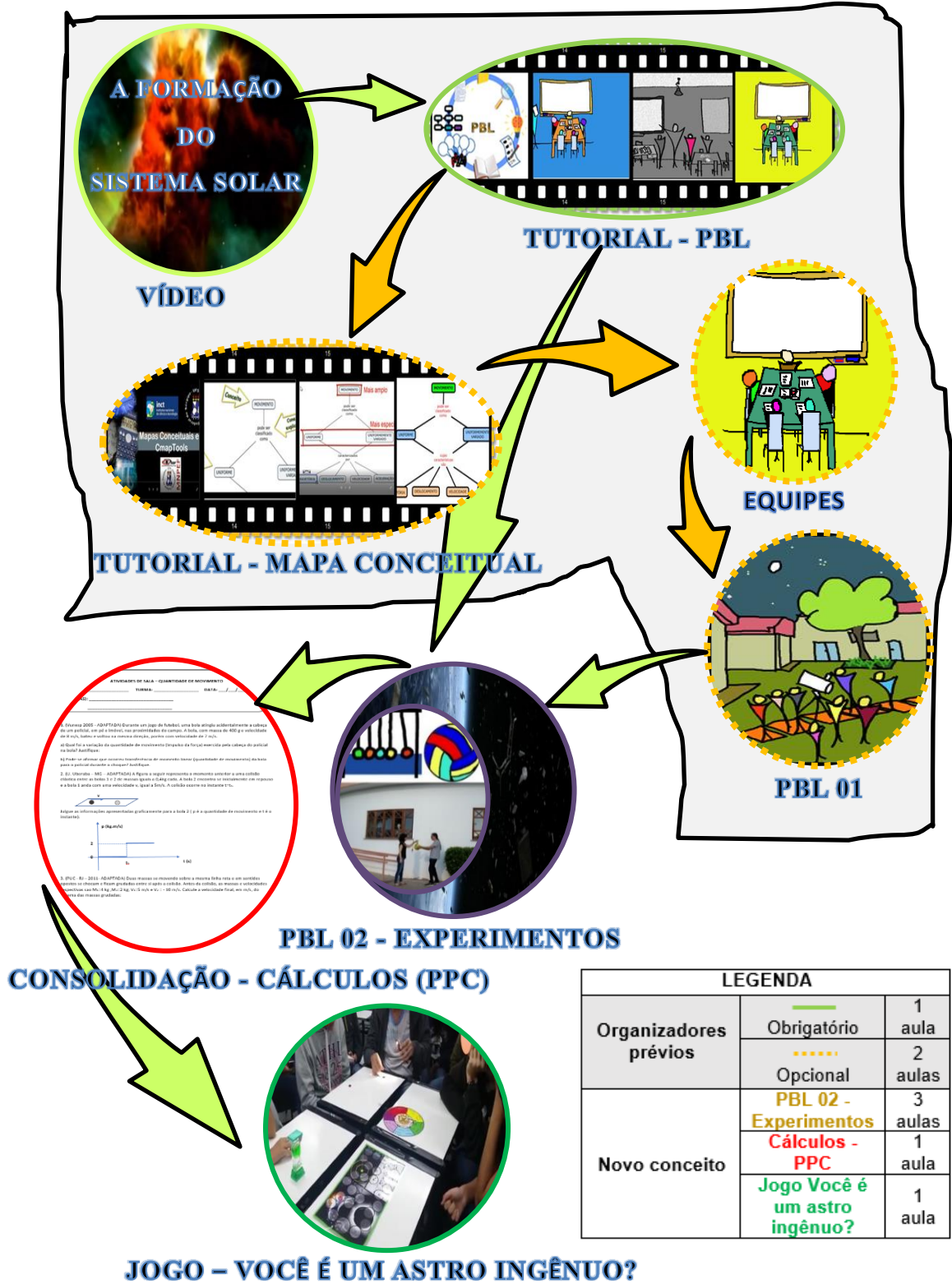


Fonte: Autoria própria.

<sup>31</sup> Mapa construído no Cmap Tools, obtido livremente no IHMC Cmap Tools.

## 5 ETAPAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Figura 04 – Etapas da sequência didática



LEGENDA		
Organizadores prévios	—	1 aula
	.....	2 aulas
Novo conceito	PBL 02 - Experimentos	3 aulas
	Cálculos - PPC	1 aula
	Jogo Você é um astro ingênuo?	1 aula

## 5.1 Sequência Didática

**Quadro 02 – Cronograma de aulas para a sequência didática**

CRONOGRAMA DE AULAS PARA A SEQUÊNCIA DIDÁTICA			
AULA	MOMENTO	OBJETIVOS	TEMPO ESTIMADO
1ª aula	1º momento	Apresentar a proposta de aula aos alunos; formar as equipes.	3 ± 2 min
	2º momento	Expor o vídeo Formação do Sistema Solar e da Terra (ALEMDOCOSMOS, 2013), utilizado como organizador prévio.	2 ± 2 min
	3º momento	Apresentar o vídeo tutorial PBL: Aprendizagem Baseada em Problemas (1ª. parte) e o vídeo tutorial Mapas conceituais e o Cmap Tools (RODRIGUES; SCARANO JR, 2019) <sup>32</sup> .	10 ± 3 min
	4º momento	Aplicar a avaliação diagnóstica 01 (subseção 7.2.1).	25 ± 3 min
2ª aula	1º tutorial – Abertura: Apresentação da situação problema 1	O tutor deve ler o texto da ABP 01, A Terra observa Marte... (subseção 7.1.1).	5 min
		Interpretar e identificar termos conhecidos e desconhecidos – registrar na ficha de registro seção 1( subseção 7.3.1).	3 ± 2 min
		Identificar questões problema.	5 ± 2 min
		Brainstorming (tempestade de ideias) – registrar o que já sabe, o que precisa saber e fazer o levantamento de hipóteses.	8 ± 2 min
		Resumir os pontos mais relevantes da discussão e registrar as hipóteses na ficha de registro seção 1.	5 ± 2 min

<sup>32</sup> PBL: Aprendizagem Baseada em Problemas. Disponível em: <https://youtu.be/w7KVDHioID4..>  
Mapas Conceituais e o CmapTools. Disponível em: <https://youtu.be/YBQBpk6wBKs>.

		Levantar os objetivos de pesquisa individual dos componentes do grupo, para verificar as hipóteses. Registrar na ficha de registro seção 1. Os alunos podem usar o texto auxiliar Movimentos da Terra (subseção 7.7).	$5 \pm 2$ min
		O secretário deve entregar ao tutor a ficha de registro seção 1 preenchida.	4 min
3ª aula	2º tutorial – Fechamento: Solução do problema 1	Apresentar os resultados de pesquisa individual e debater em equipe. Registrar os resultados na ficha de registro seção 2 (subseção 7.3.2).	$5 \pm 3$ min
		Definir a solução do problema, construir o mapa conceitual do texto e preencher a ficha de registro 2.	$10 \pm 2$ min
		Apresentar os resultados à turma.	25 min
4ª aula	1º tutorial	Ler o texto da ABP 02 - A ISS e lixo em rota de colisão (subseção 7.1.1). Em seguida as equipes realizarão os mesmos passos apresentados no primeiro tutorial do problema 1.	45 min
5ª aula	Aula experimental	Orientações para o processo de pesquisa, construção do mapa e preenchimento das fichas. Realizar os experimentos, em grupo, com bolas de vôlei, tênis e o pêndulo de Newton. Assistir aos vídeos para orientação, seguir e responder os roteiros (subseção 7.5).	45 min
6ª aula	2º tutorial	Seguir os mesmos passos do segundo tutorial da ABP 01. Preencher a ficha de auto avaliação individualmente (subseção 7.4).	45 min
7ª aula	Aula de consolidação - PPC	O tutor deve consolidar o conceito Momento linear e sua conservação, apresentando diferentes contextos na superfície do planeta e no espaço celeste.	15 min

		Os alunos, em duplas (PPC), devem resolver a atividade de sala, de nível cognitivo desde a aplicação até a avaliação, envolvendo teoria, cálculo e avaliação de gráfico (subseção 7.6).	25 ± 5 min
8ª aula	Aplicação do jogo	As equipes devem competir, participando do jogo: Você é um astro ingênuo? (subseção 7.8). Em seguida é aplicada a avaliação diagnóstica 2 (subseção 7.2.2).	45 min

Fonte: Autoria própria.

Este trabalho utiliza como cenário a Astronomia, que conecta importantes referências associadas aos conceitos físicos explorados no ensino fundamental, como massa e energia, espaço e tempo, e por fazer parte da experiência diária dos alunos. Esta experiência revela-se em aspectos físicos (alternância do dia e a noite, as estações do ano, os ciclos solares, os períodos de rotação e translação), biológicos (dos seres vivos, como os hábitos alimentares e épocas de reprodução) e sociais (registrados por exemplo nas convenções de nossos calendários). Também provê um importante laboratório onde os princípios de conservação da mecânica podem ser mais facilmente observados.

A sequência didática aqui apresentada tem por objetivo desenvolver o conceito da Quantidade de Movimento e sua conservação, em contextos apresentados pela Astronomia. Nesse processo, os alunos ressignificarão conceitos que são próprios ao estudo da Cinemática, como: referencial, corpo extenso/puntiforme, tempo, espaço, movimento, repouso, velocidade, aceleração e classificação dos movimentos. As conexões entre os movimentos dos corpos celestes (sistema Sol – Terra – Lua) e a vida no planeta permitirão que o aluno desenvolva o conceito da Quantidade de Movimento. O texto auxiliar é impresso ou disponibilizado online pelo Google Classroom<sup>33</sup>, quando possível.

O produto foi desenvolvido para ser aplicado em oito aulas de quarenta e cinco minutos cada, como mostra o Quadro 1, e na seção 6 temos os planos de aula da sequência apresentada.

- **Primeira aula**

No primeiro momento é feita a apresentação da proposta de aula aos alunos e a formação das equipes. A formação das equipes pode acontecer livremente, ou, caso o professor deseje interferir no processo, pode utilizar um momento extra classe.

---

<sup>33</sup> Sala de aula virtual no google. A escola cadastra as turmas para o professor.

No segundo momento apresentamos o vídeo A formação do sistema solar e da Terra<sup>34</sup> (ALEMDOCOSMOS, 2013), com 3 minutos e vinte segundos. Utilizado como organizador prévio, o objetivo deste é apresentar o espaço celeste, os movimentos de partículas e colisões que fizeram parte da formação do nosso Sistema Solar.

Ao final deste vídeo uma interrupção pode ser feita, para chamar a atenção das características dos movimentos, colisões, consequências das colisões e interações gravitacionais, com a formação de partículas cada vez maiores. É válido fazer questionamentos do tipo: que tipos de movimento vocês identificaram? Retilíneo, Curvilíneo, Acelerado, Retardado...; há forças, há colisões? O que acontece à medida que as partículas se acumulam e aumentam de tamanho? Há alguma relevância nas colisões entre as partículas, para a vida do ser humano? Qual?

No terceiro momento é feita a apresentação dos vídeos tutoriais<sup>35</sup> de funcionamento da ABP e de construção do mapa conceitual utilizando o Cmap Tools. Em seguida os alunos tiram as dúvidas.

O quarto momento é o de aplicação da avaliação diagnóstica 01, com o objetivo de avaliar os conceitos prévios dos alunos sobre movimentos, o sistema Sol – Terra – Lua, os fenômenos envolvendo o movimento desses corpos e a consequência à vida no planeta. Ela exige um tempo 25 minutos (3,5 minutos por questão).

- **Segunda aula**

Nessa aula acontece o primeiro tutorial da ABP 01 (abertura), que segue os passos indicados no Quadro 1 apresentado anteriormente. Durante os tutoriais os grupos podem receber sugestões de vídeos e/ou links para pesquisa, em anexo à situação problema, como também podem usar o material didático aplicado em sala ou acessar o portal educacional, a depender da escola.

O problema trabalha os movimentos e suas características no Sistema Solar. O texto auxiliar (seção 7.7), Movimentos da Terra (PENA, *s.d.*), disponibiliza dois links e os respectivos QR codes, para o acesso aos vídeos Movimentos da Terra (TUDOPARAOPROFESSOR, 2013) e Como funciona a influência da Lua nas marés (NEXOJORNAL, 2017).

- **Terceira aula**

---

<sup>34</sup><https://www.youtube.com/watch?v=QIoEcy2bhNI>.

<sup>35</sup> Tutoriais elaborados no CAMTASIA, software editor de vídeo camtasia studio.

Nessa aula acontece o segundo tutorial da ABP 01 (fechamento), cuja função é apresentar os resultados da pesquisa de cada equipe. Os alunos apresentam os resultados individuais (e fonte de pesquisa) por escrito à sua equipe, fazem uma breve discussão, reformulação e fechamento de uma possível solução. Depois a equipe preenche a ficha de registro – seção 2, com os resultados da pesquisa e confirmação ou não das hipóteses.

A equipe deve construir um mapa conceitual, com os conceitos identificados no primeiro texto, como atividade extra classe e terminar durante a terceira aula. Em seguida a equipe o apresenta para a turma, participando de um debate com todas as equipes e o tutor.

- **Quarta aula**

Segue o mesmo roteiro apresentado na segunda aula, trabalhando também os conceitos de classificação de movimentos, aceleração, massa, quantidade de movimento e sua conservação.

- **Quinta aula**

Na quinta aula as equipes debatem, recebem orientações sobre o preenchimento das fichas, construção dos mapas conceituais e sobre a realização das pesquisas individuais. Em seguida realizam três experimentos de colisões envolvendo bolas de vôlei, tênis e o pêndulo de Newton. Para isso utilizam-se dos vídeos<sup>36</sup>, um do experimento 2 e outro do pêndulo de Newton (PONTOCIÊNCIA, 2010) e roteiros (seção 7.5).

- **Sexta aula**

No segundo tutorial do ABP 02 as equipes seguem os mesmos passos da terceira aula. Por fim, a equipe deve preencher a ficha de auto avaliação, sobre a participação de cada componente no processo. Os alunos podem fazer atividades extraclasse do material didático. Essas atividades podem ser discutidas, entre os alunos da turma, em um grupo nas redes sociais (por exemplo, o WhatsApp), ou o professor pode debater sobre as mesmas na sétima aula (se considerar melhor pode utilizar aula extra), com toda a turma.

- **Sétima aula**

Nesta aula o professor precisa consolidar os conceitos quantidade de movimento e a conservação da quantidade de movimento. Após um pequeno debate envolvendo as soluções dos problemas e os mapas conceituais apresentados, o tutor esclarece as dúvidas dos alunos.

Em seguida eles realizam, em duplas, uma atividade que envolve análise teórica, aplicação de cálculo e avaliação de gráfico. O objetivo é que pensem, comparem os resultados

---

<sup>36</sup> Fonte: Rodrigues; Scarano (2019c). Disponível em: <https://youtu.be/FdzyehP--gk>  
Fonte: Pontociência (2010). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=tG65CGR1adU>

e compartilhem com a turma, segundo uma proposta simples: PPC (pense, pareie e compartilhe). Para cada pergunta da atividade, os alunos seguem três passos: lêem a questão e pensam sobre a mesma, comparam os resultados, a compreensão e a estratégia de resolução com o parceiro, para em seguida compartilhar com a turma

- **Oitava aula**

Na última aula as equipes participam do jogo *Você é um astro ingênuo?*. Primeiro escolhe-se um representante, que pode ser qualquer aluno. Durante o jogo, após a leitura da questão e iniciada a contagem do tempo, ninguém pode se comunicar utilizando sons. É permitido usar mímica, mensagens em papel e celular.

Esse jogo não funciona apenas como ferramenta de avaliação. Ele estimula o aluno à pesquisa e o trabalho em equipe durante a competição, logo também é uma ferramenta de aprendizagem.

A avaliação diagnóstica 02 exige a participação individual do aluno e é aplicada ao final da aula. Caso as equipes queiram utilizar toda a aula para jogar, o professor deve aplicar a avaliação em outra aula.

## **5.2 Etapas obrigatórias e optativas**

O produto foi dividido em três etapas principais: apresentação de organizadores prévios, inserção do contexto da Astronomia e a aprendizagem do conceito Quantidade de movimento e sua conservação. Há partes das duas primeiras etapas que podem ser dispensadas pelo professor, a depender do tempo disponível à aplicação da sequência didática ou do objetivo para a aprendizagem dos alunos (Figura 1, apresentada anteriormente). As etapas optativas são:

- A formação de equipes

Nessa experiência, a formação de equipes exigiu uma pesquisa prévia, com a turma, de alunos que tinham o perfil de liderança e de habilidade de organização e escrita.

- Vídeo tutorial Mapas Conceituais e o Cmap Tools

A exibição do vídeo tutorial Mapas Conceituais e o Cmap Tools é parte da primeira aula, e pode fazer parte do conhecimento prévio do aluno que já viu ou trabalhou com mapas conceituais.

- O texto *A Terra observa Marte...* e a ABP 01

O objetivo da primeira ABP é, além de experimentar a metodologia pela primeira vez, apresentar o contexto da Astronomia e buscar nos alunos conceitos de movimentos dentro desse

contexto. Como ele ainda não insere o conceito da quantidade de movimento e sua conservação, é possível abdicar do mesmo.

Os textos, as fichas de registro, de auto avaliação e os roteiros para a realização dos experimentos foram impressos, mas o vídeo A formação do Sistema Solar, o texto auxiliar da ABP 01 Movimentos da Terra e o vídeo para a realização dos experimentos foram disponibilizados no Google Classroom em uma das escolas da rede particular. Nas outras escolas o texto auxiliar foi impresso e os vídeos, exibidos com o projetor.

## 6 PLANOS DE AULA

<b>Instituição</b>			
<b>Tutor</b>			
<b>Disciplina</b>	Física	<b>Bimestre</b>	
<b>Turma</b>	1º ano do ensino médio	<b>Ano letivo</b>	

<b>Tema Geral</b>	
A ABP COMO ESTRATÉGIA DIDÁTICA E A ASTRONOMIA COMO CONTEXTO NO ENSINO DA QUANTIDADE DE MOVIMENTO	
<b>Nº de aulas</b>	08

<b>Aula nº</b>	01	<b>Duração da aula</b>	45 min	<b>Data</b>	___/___/___
<b>1. Tema da aula</b>					
O que é e como funciona?					
<b>2. Objetivo (s)</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Estabelecer o vínculo entre alunos, tutor e a proposta de ensino;</li> <li>✓ Formar as equipes de trabalho;</li> <li>✓ Explicar como funciona a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP);</li> <li>✓ Explicar como construir um mapa conceitual simples;</li> <li>✓ Avaliar o conhecimento prévio dos alunos.</li> </ul>					
<b>3. Metodologia – Sequência didática</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Exibir o vídeo A Formação do Sistema Solar e da Terra (3 minutos e 21 segundos) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Questionar sobre os fenômenos físicos percebidos no vídeo;</li> <li>○ Identificar os conceitos relacionados ao estudo dos movimentos nos fenômenos;</li> </ul> </li> <li>✓ Apresentar o vídeo tutorial PBL: Aprendizagem Baseada em Problemas (6 minutos e 50 segundos) e tirar as dúvidas;</li> <li>✓ Apresentar o vídeo tutorial Mapas Conceituais e o Cmap Tools (2 minutos e 31s);</li> <li>✓ Aplicar a avaliação diagnóstica 01(individual), de 25 minutos. Essa avaliação pode ser aplicada em outro momento (extra aula).</li> </ul>					
<b>4. Conceitos</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Movimentos no espaço celeste;</li> <li>✓ ABP (Aprendizagem Baseada em Problemas);</li> <li>✓ Mapa conceitual;</li> <li>✓ Movimentos: características.</li> </ul>					
<b>5. Recursos</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Projetor;</li> <li>✓ Computador para a projeção;</li> <li>✓ Dispositivo de memória com os vídeos ou acesso à internet;</li> <li>✓ Avaliação diagnóstica 01 impressa.</li> </ul>					
<b>6. Avaliação</b>					

<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Participação nos questionamentos sobre os vídeos;</li> <li>✓ Avaliação diagnóstica (para verificar o conhecimento prévio da turma).</li> </ul>					
<b>Aula n°</b>	02	<b>Duração da aula</b>	45 min	<b>Data</b>	___/___/___
<b>1. Tema da aula</b>					
Abertura ou 1° Tutorial da ABP 01– A Terra observa Marte...					
<b>2. Objetivo (s)</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Promover a colaboração e a cooperação entre os componentes da equipe;</li> <li>✓ Estabelecer os objetivos de pesquisa individual;</li> <li>✓ Preencher a ficha de registros – seção 1.</li> </ul>					
<b>3. Metodologia – Sequência didática</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ A metodologia aplicada é o Problem Based Learning (PBL) ou Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Leitura do texto A Terra observa Marte...(projetar no quadro também);</li> <li>○ Seleção dos termos conhecidos e desconhecidos;</li> <li>○ Levantamento das questões – problema;</li> <li>○ Brainstorming para levantamento do que já sabe, do que precisa saber e de hipóteses;</li> <li>○ Estabelecimento de objetivos de pesquisa.</li> </ul> </li> </ul>					
<b>4. Conceitos</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Planetário, Astronomia, telescópios, corpos celestes, planetas, satélites, estrelas, movimentos da Terra, Lua e Sol, estações do ano, fases da Lua, eclipses, marés, face oculta da Lua, rotação, translação, precessão, nutação, órbitas dos planetas.</li> </ul>					
<b>5. Recursos</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Projetor;</li> <li>✓ Computador;</li> <li>✓ Texto da ABP 01 e ficha de registro – seção 1 impressos;</li> <li>✓ Texto auxiliar Movimentos da Terra impresso ou no Google classroom.</li> </ul>					
<b>6. Avaliação</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Participação nos trabalhos da equipe: Interação – cooperação e respeito;</li> <li>✓ Resolução da ficha de registro – seção 1.</li> </ul>					

Aula n°	03	Duração da aula	45 min	Data	__/__/__
<b>1. Tema da aula</b>					
Fechamento ou 2° Tutorial da ABP 01– A Terra observa Marte...					
<b>2. Objetivo (s)</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Promover a cooperação entre os componentes da equipe;</li> <li>✓ Desenvolver a habilidade de argumentação;</li> <li>✓ Encontrar a solução para o problema;</li> <li>✓ Preencher a ficha de registro – seção 2;</li> <li>✓ Construir e apresentar o mapa conceitual do texto A Terra observa Marte...;</li> <li>✓ Debater com a turma sobre os resultados obtidos.</li> </ul>					
<b>3. Metodologia – Sequência didática</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ A metodologia aplicada é o Problem Based Learning (PBL) ou Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Leitura da pesquisa individual para a equipe;</li> <li>○ Debate sobre as hipóteses lançadas no primeiro tutorial e fechamento da solução para o problema;</li> <li>○ Preenchimento da ficha de registro – seção 2;</li> <li>○ Construção do mapa conceitual do texto A Terra observa Marte...;</li> <li>○ Entrega dos resultados e debate com a turma.</li> </ul> </li> </ul>					
<b>4. Conceitos</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Planetário, Astronomia, telescópios, corpos celestes, planetas, satélites, estrelas, movimentos da Terra, Lua e Sol, estações do ano, fases da Lua, eclipses, marés, face oculta da Lua, rotação, translação, precessão, nutação, órbitas dos planetas.</li> </ul>					
<b>5. Recursos</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Projetor;</li> <li>✓ 01 Computador para a turma;</li> <li>✓ Ficha de registro – seção 2 impressa.</li> </ul>					
<b>6. Avaliação</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Participação nos trabalhos da equipe: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Interação – cooperação e respeito;</li> <li>○ Argumentação e autonomia no processo de pesquisa individual;</li> </ul> </li> <li>✓ Ficha de registro – seção 2;</li> <li>✓ Mapa conceitual.</li> </ul>					

<b>Aula n°</b>	04	<b>Duração da aula</b>	45 min	<b>Data</b>	___/___/___
<b>1. Tema da aula</b>					
Abertura ou 1° Tutorial da ABP 02– A ISS e lixo espacial em rota de colisão					
<b>2. Objetivo (s)</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Promover a colaboração e a cooperação entre os componentes da equipe;</li> <li>✓ Estabelecer os objetivos de pesquisa individual;</li> <li>✓ Preencher a ficha de registros – seção 1.</li> </ul>					
<b>3. Metodologia – Sequência didática</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ A metodologia aplicada é o Problem Based Learning (PBL) ou Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Leitura do texto A ISS e lixo espacial em rota de colisão;</li> <li>○ Seleção dos termos conhecidos e desconhecidos;</li> <li>○ Levantamento das questões – problema;</li> <li>○ Brainstorming para levantamento do que já sabe, do que precisa saber e de hipóteses;</li> <li>○ Estabelecimento de objetivos de pesquisa.</li> </ul> </li> </ul>					
<b>4. Conceitos</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Planetário, ISS, microgravidade, órbita, pressão, astronauta, Astronomia, tripulantes, lixo espacial, colisão, SAFER, propulsores;</li> <li>✓ Movimentos e aceleração;</li> <li>✓ Quantidade de movimento, conservação da quantidade de movimento;</li> <li>✓ Colisões.</li> </ul>					
<b>5. Recursos</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Projetor;</li> <li>✓ 01 Computador para a turma;</li> <li>✓ Texto da ABP 02 e ficha de registro – seção 1 impressos.</li> </ul>					
<b>6. Avaliação</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Participação nos trabalhos da equipe: Interação – cooperação e respeito;</li> <li>✓ Ficha de registro – seção 1.</li> </ul>					

<b>Aula n°</b>	05	<b>Duração da aula</b>	45 min	<b>Data</b>	___/___/___
<b>1. Tema da aula</b>					
ABP 02: experimentos e orientação à pesquisa					
<b>2. Objetivo (s)</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Promover a cooperação entre os componentes da equipe;</li> <li>✓ Desenvolver a autonomia no processo de pesquisa;</li> <li>✓ Debater os resultados da realização dos experimentos;</li> <li>✓ Responder as questões dos roteiros dos experimentos.</li> </ul>					
<b>3. Metodologia – Sequência didática</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Com a formação em equipes, essa aula é baseada na pesquisa, brainstorming e experimentação <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tirar dúvidas sobre o preenchimento das fichas, realização da pesquisa individual e construção dos mapas conceituais;</li> <li>○ Entregar os roteiros para a realização de 3 experimentos e exibir os vídeos;</li> <li>○ Realizar os experimentos;</li> <li>○ Debater sobre os resultados e responder às questões dos roteiros.</li> </ul> </li> </ul>					
<b>4. Conceitos</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Quantidade de movimento e conservação da quantidade de movimento.</li> <li>✓ Colisões</li> </ul>					
<b>5. Recursos</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Projetor;</li> <li>✓ Computador;</li> <li>✓ Uma bola de vôlei, uma bola de tênis e um pêndulo de Newton (ou vídeos);</li> <li>✓ Três roteiros para a realização dos experimentos;</li> <li>✓ Dispositivo de memória com os vídeos ou acesso à internet.</li> </ul>					
<b>6. Avaliação</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Participação nos trabalhos da equipe: Interação – cooperação e respeito;</li> <li>✓ Realização dos experimentos e resolução dos roteiros dos experimentos.</li> </ul>					

Aula n°	06	Duração da aula	45 min	Data	___/___/___
<b>1. Tema da aula</b>					
Fechamento ou 2° Tutorial da ABP 01– A ISS e lixo espacial em rota de colisão					
<b>2. Objetivo (s)</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Promover a cooperação entre os componentes da equipe;</li> <li>✓ Desenvolver a habilidade de argumentação durante o debate;</li> <li>✓ Encontrar a solução para o problema;</li> <li>✓ Preencher a ficha de registro – seção 2;</li> <li>✓ Apresentar o mapa conceitual do texto A ISS e lixo espacial em rota de colisão;</li> <li>✓ Debater com a turma sobre os resultados obtidos.</li> </ul>					
<b>3. Metodologia</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ A metodologia aplicada é o Problem Based Learning (PBL) ou Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Leitura da pesquisa individual para a equipe;</li> <li>○ Debate sobre as hipóteses lançadas no primeiro tutorial e fechamento da solução para o problema;</li> <li>○ Preenchimento da ficha de registro – seção 2;</li> <li>○ Construção do mapa conceitual do texto A ISS e lixo espacial em rota de colisão;</li> <li>○ Entrega dos resultados e debate com a turma.</li> </ul> </li> </ul>					
<b>4. Conceitos</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Planetário, ISS, microgravidade, órbita, pressão, astronauta, Astronomia, tripulantes, lixo espacial, colisão, SAFER, propulsores;</li> <li>✓ Movimentos e aceleração;</li> <li>✓ Quantidade de movimento, conservação da quantidade de movimento;</li> <li>✓ Colisões.</li> </ul>					
<b>5. Recursos</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Projetor;</li> <li>✓ 01 Computador para a turma;</li> <li>✓ Ficha de registro – seção 2 impressa.</li> </ul>					
<b>6. Avaliação</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Participação nos trabalhos da equipe: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Interação – cooperação e respeito;</li> <li>○ Argumentação e autonomia no processo de pesquisa individual;</li> </ul> </li> <li>✓ Ficha de registro – seção 2;</li> <li>✓ Mapa conceitual.</li> </ul>					

<b>Aula n°</b>	07	<b>Duração da aula</b>	45 min	<b>Data</b>	___/___/___
<b>1. Tema da aula</b>					
Aula da consolidação – Momento linear					
<b>2. Objetivo (s)</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Consolidar a aprendizagem do conceito Momento linear e a conservação do momento linear;</li> <li>✓ Desenvolver a autonomia na resolução de questões sobre momento linear e sua conservação;</li> <li>✓ Compartilhar o conhecimento na argumentação teórica e na resolução dos cálculos.</li> </ul>					
<b>3. Metodologia – Sequência didática</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 1ª. parte: expositiva dialogada <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Construção do resumo sobre momento linear e sua conservação no quadro, junto com a turma;</li> <li>○ Participação da turma com exemplos que exploram o caráter vetorial do momento linear, utilizando exemplos com curvas, variando as massas e as intensidades das velocidades, em contextos da Astronomia e do cotidiano dos alunos;</li> </ul> </li> <li>✓ 2ª. parte: PPC (pense, pareie e compartilhe) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Formação de duplas para a resolução da atividade com questões que exigem desde a aplicação até a avaliação, segundo a taxonomia de Bloom;</li> <li>○ As duplas pensam sobre a questão, resolvem em parceria e compartilham com a turma.</li> </ul> </li> </ul>					
<b>Conceitos</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Quantidade de movimento e conservação da quantidade de movimento;</li> <li>✓ Colisões.</li> </ul>					
<b>5. Recursos</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Projetor;</li> <li>✓ 01 Computador para a turma;</li> <li>✓ Atividade de sala – aula de consolidação impressa.</li> </ul>					
<b>6. Avaliação</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Participação na construção do resumo;</li> <li>✓ Participação, resolução e argumentação das questões da atividade de sala.</li> </ul>					




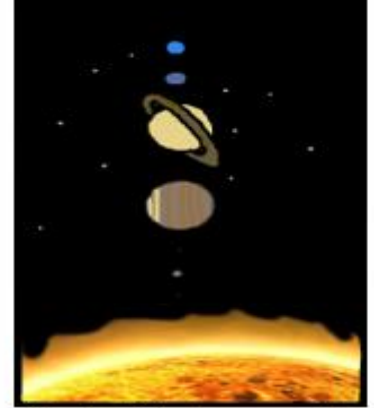
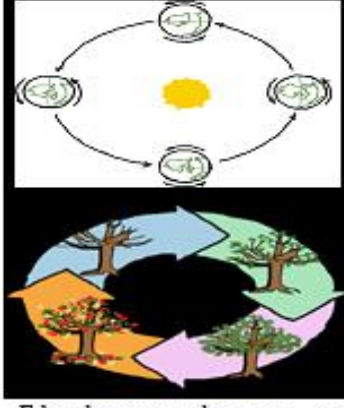
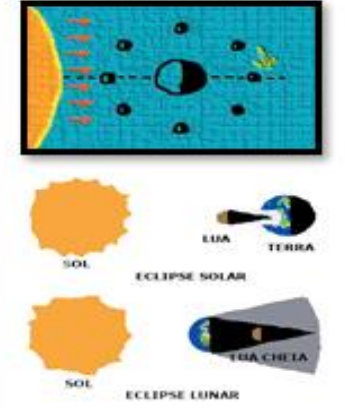
<b>Aula n°</b>	08	<b>Duração da aula</b>	45 min	<b>Data</b>	___/___/___
<b>1. Tema da aula</b>					
Você é um astro ingênuo?					
<b>2. Objetivo (s)</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Desenvolver e avaliar a aprendizagem do conceito Momento linear e a conservação do momento linear;</li> <li>✓ Desenvolver a autonomia, competência para resolver questões e pequenos desafios, utilizando habilidades que exigem o processo cognitivo desde a recordação até a criação de propostas, segundo a taxonomia de Bloom;</li> <li>✓ Desenvolver as relações interpessoais no processo de colaboração e participação ativa da aprendizagem.</li> </ul>					
<b>3. Metodologia – Sequência didática</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Participação das equipes no jogo Você é um astro ingênuo? <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Escolha de um representante por equipe;</li> <li>○ Apresentação das regras do jogo;</li> <li>○ Desenvolvimento do jogo;</li> </ul> </li> <li>✓ Aplicação da avaliação diagnóstica 02 ( se não der, aplicar em momento extra aula).</li> </ul>					
<b>4. Conceitos</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Planetário, Astronomia, telescópios, corpos celestes, planetas, satélites, estrelas, movimentos da Terra, Lua e Sol, estações do ano, fases da Lua, eclipses, marés, face oculta da Lua, rotação, translação, precessão, nutação, órbitas dos planetas;</li> <li>✓ ISS, microgravidade, órbita, pressão, astronauta, tripulantes, lixo espacial, colisão, SAFER, propulsores;</li> <li>✓ Quantidade de movimento, conservação da quantidade de movimento;</li> <li>✓ Colisões.</li> </ul>					
<b>5. Recursos</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Jogo Você é um astro ingênuo?;</li> <li>✓ Avaliação diagnóstica 02.</li> </ul>					
<b>6. Avaliação</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Participação no jogo;</li> <li>✓ Interação e criatividade;</li> <li>✓ Respeito às regras e aos colegas;</li> <li>✓ Avaliação diagnóstica 02.</li> </ul>					

## 7 MATERIAL UTILIZADO NA APLICAÇÃO DO PRODUTO

### 7.1 Textos da ABP 01 e 02

#### 7.1.1 A Terra observa Marte...

Texto A TERRA OBSERVA MARTE... na versão para o aluno

		
<p>Cauã tem 14 anos, está iniciando o Ensino Médio e gosta de tudo o que se refere a Astronomia.</p>	<p>Ele e seus colegas não paravam de olhar para cima... Tinham a sensação de estar fora do planeta, viajando no espaço. Todos estavam atentos ao vídeo mostrado pelo universitário Eduardo, monitor no planetário.</p>	<p>Os pais de Cauã, Antônio e Edna, são professores da Universidade Federal de Sergipe e já o tinham levado para observar os planetas através de telescópios, no departamento de Física.</p>
		
<p>No planetário, imagens realísticas de planetas, satélites, estrelas e outras transportavam a todos em uma grande viagem através do Universo. João, colega de turma, perguntou ao monitor a importância de se conhecerem os corpos celestes ali mostrados.</p>	<p>Eduardo respondeu que, por exemplo, conhecer os movimentos da Lua, da Terra e do Sol era importante para entender as estações do ano e a contagem do tempo.</p>	<p>Cauã lembrou que também deveríamos considerar as fases da Lua<sup>4</sup> e os eclipses, e o monitor sugeriu que os alunos visitassem a página do planetário e acessassem o simulador em <a href="https://go.nasa.gov/2xMg2VP">https://go.nasa.gov/2xMg2VP</a>.</p>

		
<p>Flávia, aluna da turma, disse que o avô explicou a importância desses movimentos para entender o fenômeno das marés, que influenciam os ciclos da agricultura. João perguntou como se dá essa influência e se os movimentos da Terra seriam os de rotação e de translação.</p>	<p>A rotação e a translação são os movimentos de maior influência sobre a humanidade, mas há variações do movimento de rotação da Terra, como é o caso da precessão e da nutação. Então como saber e explicar se a face oculta da Lua pode ser considerada a face escura dela?</p>	<p>O monitor apresentou o “blog” do planetário e os alunos ficaram curiosos com um simulador de órbitas de planetas<sup>2</sup>, no link <a href="https://bit.ly/2Qijf6j">https://bit.ly/2Qijf6j</a>. Eles observaram atentamente as órbitas da Terra e de Marte para responder o desafio lançado pelo monitor.</p>
 <p>Todos teriam que traçar na linha do céu da imagem (figura), o movimento de Marte visto da Terra. E então, com os argumentos adequados, explicar a resposta à pergunta: o planeta Marte se aproxima ou se afasta da Terra?</p>	<p>1.</p>  <p><a href="https://go.nasa.gov/2xMg2VP">https://go.nasa.gov/2xMg2VP</a></p>	<p>2.</p>  <p><a href="https://bit.ly/2Qijf6j">https://bit.ly/2Qijf6j</a></p>

Fonte: Texto de autoria própria. Parte das imagens adaptadas de PIXABAY [s.d.]; SARAIVA, M. F. O.; OLIVEIRA FILHO (2016); WP (2013)<sup>37</sup>.

As imagens foram desenhadas ou adaptadas no Gimp<sup>38</sup>, software livre, e as fontes dos vídeos<sup>39</sup> no texto estão a seguir.

<sup>37</sup> <https://pixabay.com/pt/vectors/esta%C3%A7%C3%B5es-do-ano-ano-%C3%A1rvore-natureza-2019523/>.  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=45707916>.  
<http://astro.if.ufrgs.br/fordif/node8.htm>.

<sup>38</sup> GIMP (2018).

<sup>39</sup> LRO (2016); Astronoo [s.d.].

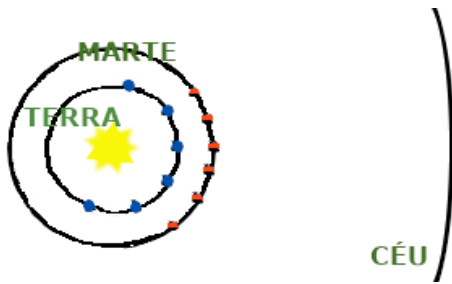
### A Terra observa Marte... (na versão para o professor)



Envolvido pela bela imagem azul, Cauã não parava de olhar para cima... Tinha a sensação de estar fora do planeta, viajando no espaço. Os colegas de turma também estavam atentos ao vídeo mostrado pelo universitário Eduardo, monitor no **planetário** da CCTECA “Galileu Galilei” - Casa de Ciência e Tecnologia da Cidade de Aracaju, localizada na av. Oviêdo Teixeira, dentro do Parque Augusto Franco (Sementeira). Cauã tem 14 anos, está iniciando o Ensino Médio e gosta de tudo o que se refere a **Astronomia**. Os pais de Cauã, Antônio e Edna, são professores da Universidade Federal de Sergipe e já o tinham levado para observar os planetas através de **telescópios**, no Departamento de Física.

No planetário de pequeno porte, com uma cúpula de 6m de diâmetro, Eduardo mostrava aos estudantes que o teto arredondado simulava a visão que temos do céu. O projetor digital é capaz de simular em 3D imagens realísticas de **planetas, satélites, estrelas** e outras imagens que nos transportam a uma grande viagem através do Universo. O colega de sala de Cauã, João, perguntou ao monitor a importância de se conhecerem os **corpos celestes** ali mostrados, e Eduardo respondeu que, por exemplo, conhecer os **movimentos da Lua, da Terra e do Sol** era importante para entender as **estações do ano** e a **contagem do tempo**.

Cauã lembrou que também deveríamos considerar as **fases da Lua** (1) e os **eclipses**, e o monitor disse que ele estava correto, sugerindo que os alunos visitassem a página do planetário e acessassem o simulador em <https://go.nasa.gov/2xMg2VP>. Flávia, aluna da turma, disse timidamente que o avô era agricultor e falava da importância desses movimentos para o fenômeno das **marés**, que influenciam os **ciclos da agricultura**. Logo depois, João perguntou se os movimentos da Terra seriam os de rotação e de translação, e o universitário lançou um desafio, segundo o qual a turma deveria apresentar a argumentação necessária para responder a uma pergunta: **a face oculta da Lua** podia ser considerada a face escura dela?

Em seguida, Eduardo afirmou que a **rotação e a translação** são os movimentos de maior influência sobre a Humanidade, mas que há outros movimentos da Terra, importantes porque são responsáveis por mais movimentos, como é o caso da **precessão** e da **nutation**. Quando o monitor apresentou o “blog” do Planetário, os alunos ficaram curiosos com um simulador em 3D, de órbitas de planetas (2), no link <https://bit.ly/2Qijf6j>. E veio o segundo desafio: Todos teriam que traçar na linha do céu da imagem (figura), **o movimento de Marte visto da Terra**. E então, com os argumentos adequados, explicar a resposta à pergunta: o planeta Marte se aproxima ou se afasta da Terra?



1.	2.
	
<a href="https://go.nasa.gov/2xMg2VP">https://go.nasa.gov/2xMg2VP</a>	<a href="https://bit.ly/2Qijf6j">https://bit.ly/2Qijf6j</a>

	Conceito conhecido
	Conceito talvez conhecido ou conhecido por alto
	Conceito desconhecido

Observação: a legenda com as cores é de uso do professor.

### 7.1.2 Texto A ISS e lixo espacial em rota de colisão<sup>40</sup>

Orientado por Eduardo, Cauã “percorria” o interior da ISS, absorvendo todos os detalhes possíveis. Eduardo é um universitário que desenvolve um trabalho como monitor e apresenta aos visitantes as atrações do planetário da CCTECA Galileu Galilei (Casa de Ciência e Tecnologia da Cidade de Aracaju), situada na av. Oviêdo Teixeira, dentro do Parque Augusto Franco (Sementeira). Cauã e os colegas de turma do ensino medio faziam uma visita ao planetário e conheceram o projeto observando a ESTAÇÃO ESPACIAL INTERNACIONAL (ISS), que também observa os efeitos da microgravidade no corpo humano.

Os visitantes podem conhecer o interior da ISS através de um tour virtual em <https://bit.ly/1DOOmtF><sup>41</sup>(1) e, de vez em quando, também observá-la em Sergipe, porque está a uma altitude média de 364 km e orbita a Terra com uma velocidade média de 27.600km/h. Ana, uma das alunas da turma, perguntou ao universitário como era possível a estação não se afastar do planeta, com toda essa velocidade. Ela sabia que, pelo princípio da Inércia, a tendência da estação não seria a de girar ao redor do planeta, pois nesse caso a direção do movimento da ISS muda o tempo todo. Cauã exclamou: é que existe força! O monitor então perguntou: que força seria essa?

Eduardo disse que em agosto controladores detectaram uma queda de pressão no interior da ISS, e que, após uma busca rigorosa, os astronautas encontraram um furo com cerca de dois milímetros no lado russo da mesma. Apesar de a fuga de ar ser pequena, os tripulantes poderiam ficar sem ar em 18 dias! Há anos cientistas alertam para a quantidade de lixo espacial que orbita a Terra, e isso poderia explicar a suspeita de colisão de lixo com a estação. A pedido de Cauã, o monitor explicou que as consequências de uma colisão dependem da quantidade de energia e da quantidade de movimento do objeto e da estação no instante do impacto.


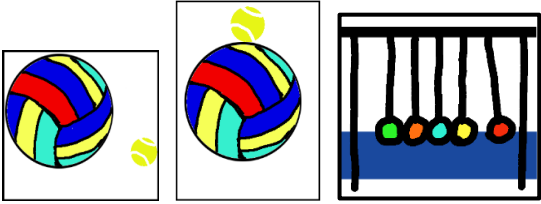


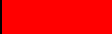
Na sala principal da CCTECA, o universitário disse que testes com bolas de volei (ou basquete), tênis e o pêndulo de Newton poderiam ajudá-los nessa análise. A ideia seria abandonar simultaneamente uma bola de volei e outra de tênis de uma mesma altura, observar a queda das bolas e o movimento das mesmas após o ricochete. Com relação ao pêndulo de Newton, ele solicitou aos alunos que abandonassem uma, duas e depois três bolinhas, e que comparassem os resultados observados, seguindo uma sequência proposta.

---

<sup>40</sup> Terceiro parágrafo baseado em Galileu (2018).

<sup>41</sup> Esse o link curto de MULTIMEDIA. **Tour virtual na ISS.** [s.d.]. Disponível em: <http://esamultimedia.esa.int/multimedia/virtual-tour-iss/>.

O monitor finalizou a exposição solicitando dos alunos os argumentos que explicassem a solução para a seguinte situação: um astronauta saiu da ISS para fazer um reparo na parte externa da estação. Ele se afastou para observar a mesma, mas ao tentar voltar percebeu que o cordão que o prendia à estação rompeu e que os **propulsores** do **SAFER** não funcionavam. Como voltar à ISS? Se conseguisse voltar, como evitar o ricochete forte e curto com a estação?

<p>1.</p>  <p><a href="https://bit.ly/1DOOmtF">https://bit.ly/1DOOmtF</a></p>	<p>2.</p> 
	Conceito conhecido
	Conceito talvez conhecido ou conhecido por alto
	Conceito desconhecido

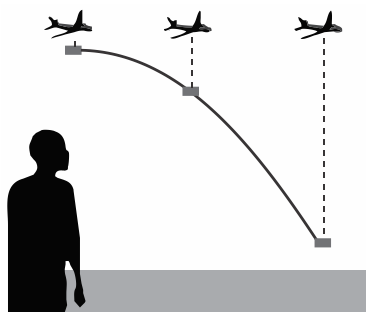
## 7.2 Avaliações Diagnósticas<sup>42</sup>

### 7.2.1 Avaliação diagnóstica 01

1. (G1 - cftmg 2018 - Adaptada) Sobre os conceitos de referencial, posição, velocidade e aceleração, fundamentais para o estudo dos movimentos em Ciências, afirma-se, corretamente, que o conceito de

- posição está associado ao local em uma trajetória e não depende do referencial adotado.
- referencial encontra-se associado ao valor da velocidade e da aceleração do objeto em movimento.
- velocidade está relacionado à mudança de posição e não depende do referencial adotado.
- aceleração está relacionado à mudança do valor da velocidade medida em um dado referencial.

2. (G1 - cps 2018) Um avião, com a finalidade de abastecer uma região que se encontra isolada, voa em linha reta horizontalmente, com velocidade constante em relação ao solo, quando abandona uma caixa com alimentos, conforme a imagem.



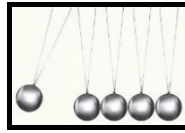
<<https://tinyurl.com/y8cvpjzm>> Acesso em: 15.11.2017.  
Original colorido.

Desprezando a resistência do ar, a trajetória descrita pela caixa de alimentos terá a forma de uma

- parábola, do ponto de vista de um observador que estiver no avião.
- linha reta vertical, do ponto de vista de um observador que estiver no avião.
- linha reta vertical, do ponto de vista de um observador que estiver na Terra.
- linha reta horizontal, do ponto de vista de um observador que estiver no avião.
- mesma figura para qualquer observador, pois a trajetória independe do referencial.

<sup>42</sup> Questões adaptadas de Banco de questões [s.d.]. **Super Professor.**

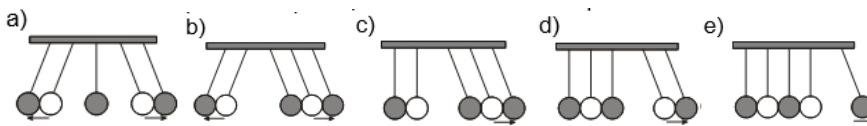
3. (Enem 2014 – Adaptada pela autora) O pêndulo de Newton pode ser constituído por cinco pêndulos idênticos suspensos em um mesmo suporte. Em um dado instante, a esfera de um pêndulo é deslocada para a esquerda e liberada, deslocando-se para a direita e colidindo elasticamente com as outras esferas, que inicialmente estavam paradas.



Fonte: SILVA JUNIOR, [s.d.]. Disponível em

<https://alunosonline.uol.com.br/fisica/pendulo-newton.html>.

O movimento dos pêndulos após a primeira colisão está representado corretamente em:



4. (Autoria própria) Um motociclista, com velocidade de módulo constante e igual a 60 km/h, percorre uma estrada curva, com as características mostradas na figura:



Fonte: DIA DO MOTOCICLISTA – 27 DE JULHO (2016). Disponível em:

<https://www.colegioweb.com.br/julho/dia-do-motociclista-27-de-julho.html>.

Acesso em 09/03/2018. Original colorida.

A partir das informações do texto e das características observadas na figura, envolvendo motociclista, moto e a estrada, responda corretamente as perguntas a seguir:

e) A moto é um corpo puntiforme ou extenso, em relação à estrada? Justifique:

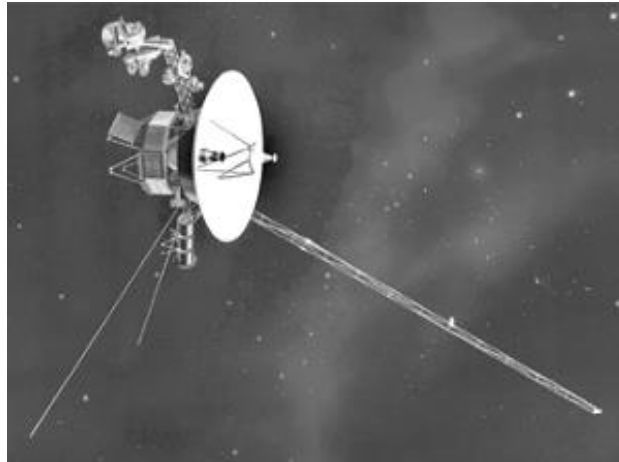
---

f) O motociclista está em repouso ou em movimento, em relação à moto? Justifique:

---

5. (G1 - cps 2016) Em 1977, a NASA enviou para o espaço a sonda Voyager I que, após realizar sua missão primária de passar próximo a alguns planetas do Sistema Solar, segue até hoje espaço afora. Atualmente, a sonda já se encontra bastante distante da Terra, a cerca de

20.000.000.000 km de distância. Mesmo a esta distância, a Voyager I se comunica com a Terra utilizando ondas eletromagnéticas que constituem a forma mais rápida de transporte de energia.



<<http://tinyurl.com/jbd6vev>> Acesso em: 13.02.2016. Original colorido.

Considerando que a velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas no vácuo, em termos de sua ordem de grandeza, é de 1.000.000.000 km/h, então, um sinal transmitido pela Voyager I será recebido aqui na Terra, aproximadamente, após

a) 10 horas. b) 20 horas. c) 2 dias. d) 5 dias. e) 1 mês.

6. (Autoria própria) Leia o texto a seguir:

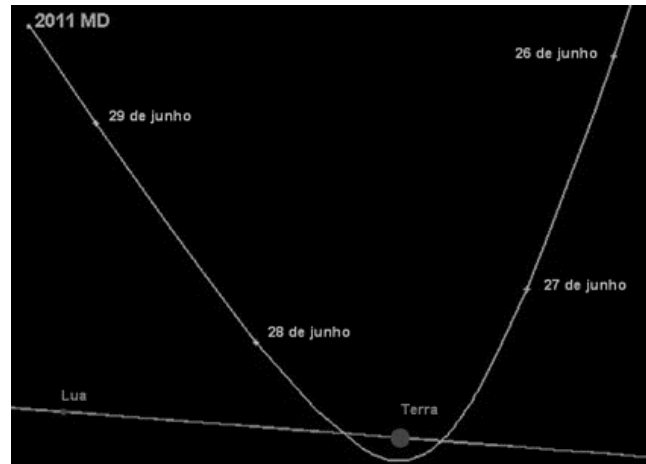
*O asteroide 2018 CB passou, dia 9 de fevereiro de 2018, bem próximo à Terra - o equivalente a menos de um quinto da distância do planeta até a Lua, segundo informações da agência espacial dos Estados Unidos (Nasa, na sigla em inglês).*

Fonte: Asteroide passará bem perto da Terra na noite de hoje. **Terra**, 9 fev. 2018. Disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/ciencia/espaco/asteroide-passa-bem-perto-da-terra-na-noite-desta-sexta-feira,a415bc0ecee0ba99a367d9321b391fb4zsiuwtg.html>. Acesso em 09/03/2018.

*Outro asteroide (2011 MD), do tamanho de um ônibus, passou a 12.230 quilômetros da Terra em 28 de junho de 2011 – apenas 30 vezes mais distante que a Estação Espacial Internacional e 3% da distância que separa a Terra da Lua (Figura).*

Texto

Figura: Asteróide 2011 MD passa pela Terra



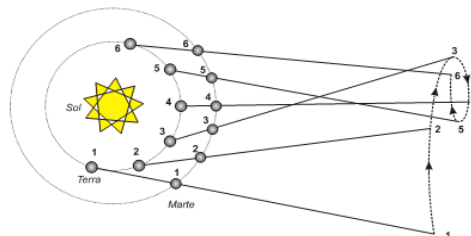
Fonte: Asteroide 2011 md passa pela Terra. Blog do astrônomo, 28 jun. 2011.

Disponível em: <https://blogdoastronomo.wordpress.com/2011/06/28/asteroide-2011-md-passa-pela-terra/>. Acesso em: 09/03/2018. Original colorido.

Com base nas informações do texto e na imagem, responda o que se pede a seguir:

O asteroide 2011 MD, ao se aproximar do planeta Terra, tem um movimento retilíneo ou curvilíneo? Justifique:

7. (Enem 2012 – Adaptada pela autora) A característica que permite identificar um planeta no céu é o seu movimento relativo às estrelas fixas. Se observarmos a posição de um planeta por vários dias, verificaremos que sua posição em relação às estrelas fixas se modifica regularmente. A figura mostra seis posições da Terra e as seis correspondentes posições de Marte, bem como a trajetória de Marte para um observador situado na Terra. Os intervalos de tempo entre duas posições consecutivas são aproximadamente iguais.



Fonte: Disponível em: <http://fisicaemclasse.blogspot.com/2015/10/os-50-anos-da-exploracao-de-marte-e.html>. Acesso em: 20 fev. 2018.

Após a leitura do texto e análise da imagem, indique, entre a Terra e Marte, quem tem a maior velocidade. Justifique:

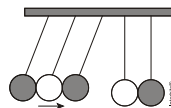
---



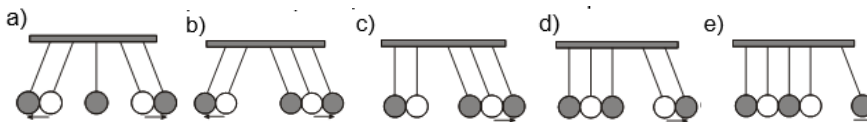
---

### 7.2.2 Avaliação diagnóstica 02

1. (Enem 2014) O pêndulo de Newton pode ser constituído por cinco pêndulos idênticos suspensos em um mesmo suporte. Em um dado instante, as esferas de três pêndulos são deslocadas para a esquerda e liberadas, deslocando-se para a direita e colidindo elasticamente com as outras duas esferas, que inicialmente estavam paradas.



O movimento dos pêndulos após a primeira colisão está representado em:



2. (Enem PPL 2017) Sabe-se que a posição em que o Sol nasce ou se põe no horizonte muda de acordo com a estação do ano. Olhando-se em direção ao poente, por exemplo, para um observador no Hemisfério Sul, o Sol se põe mais à direita no inverno do que no verão.

O fenômeno descrito deve-se à combinação de dois fatores: a inclinação do eixo de rotação terrestre e a

- precessão do periélio terrestre.
- translação da Terra em torno do Sol.
- nutação do eixo de rotação da Terra.
- precessão do eixo de rotação da Terra.
- rotação da Terra em torno de seu próprio eixo.

3. (Enem PPL 2014) Durante um reparo na estação espacial internacional, um cosmonauta, de massa 90kg, substituiu uma bomba do sistema de refrigeração, de massa 360kg, que estava danificada. Inicialmente, o cosmonauta e a bomba estão em repouso em relação à estação. Quando ele empurra a bomba para o espaço, ele é empurrado no sentido oposto. Nesse processo, a bomba adquire uma velocidade de 0,2m/s em relação à estação.

Qual é o valor da velocidade escalar adquirida pelo cosmonauta, em relação à estação, após o empurrão?

- a) 0,05m/s b) 0,20m/s c) 0,40m/s d) 0,50m/s e) 0,80m/s

4. (Autoria própria) Um motociclista, com velocidade de módulo constante e igual a 60 km/h, percorre uma estrada curva, com as características mostradas na figura:



Fonte: DIA DO MOTOCICLISTA – 27 DE JULHO (2016). Disponível em:  
<https://www.colegioweb.com.br/julho/dia-do-motociclista-27-de-julho.html>.  
Acesso em 09/03/2018. Original colorida.

A partir das informações do texto e das características observadas na figura, envolvendo motociclista, moto e a estrada, responda as perguntas a seguir, justificando-as:

a) Quem tem maior quantidade de movimento em relação à pista, o motociclista ou a moto?

---

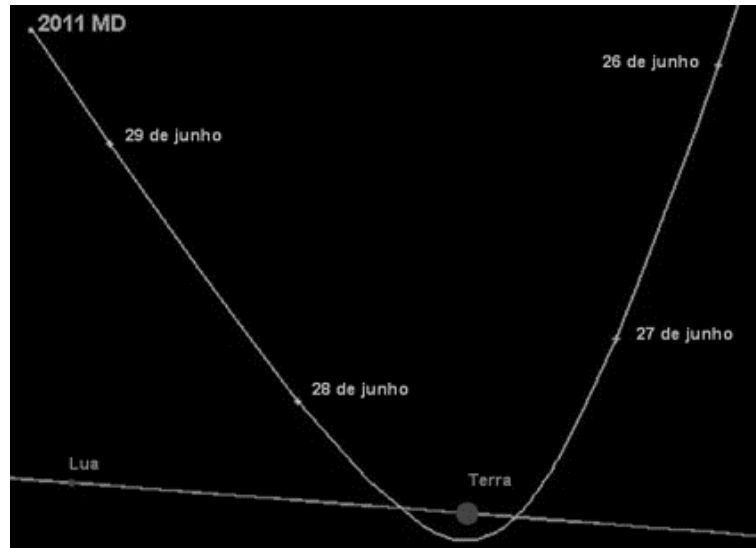
b) A quantidade de movimento é constante?

---

5. (Autoria própria) O asteroide 2018 CB passou, dia 9 de fevereiro de 2018, bem próximo à Terra - o equivalente a menos de um quinto da distância do planeta até a Lua, segundo informações da agência espacial dos Estados Unidos (Nasa, na sigla em inglês). Outro asteroide, do tamanho de um ônibus, passou a 12.230 quilômetros da Terra em 28 de junho de 2011 – apenas 30 vezes mais distante que a Estação Espacial Internacional e 3% da distância que separa a Terra da Lua (Figura).

Fonte: disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/ciencia/espaco/asteroide-passa-bem-perto-da-terra-na-noite-desta-sexta-feira,a415bc0ecee0ba99a367d9321b391fb4zsiuwtg.html>. Acesso em 09/03/2018.

Figura: Asteróide 2011 MD passa pela Terra



Fonte: disponível em: <https://blogdoastronomo.wordpress.com/2011/06/28/asteroide-2011-md-passa-pela-terra/>. Acesso em: 09/03/2018. Original colorido.

Com base nas informações do texto e na imagem, responda as perguntas a seguir:

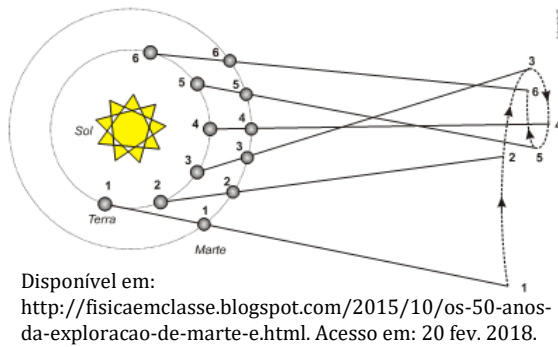
a) O asteroide 2011 MD, ao se aproximar do planeta Terra, tem um movimento acelerado ou retardado? Justifique:

b) A quantidade de movimento dos asteroides, ao se aproximarem da Terra, aumenta ou diminui? Justifique:

6. (Enem 2012 - ADAPTADA) A característica que permite identificar um planeta no céu é o seu movimento relativo às estrelas fixas. Se observarmos a posição de um planeta por vários dias, verificaremos que sua posição em relação às estrelas fixas se modifica regularmente.

A figura 1 mostra seis posições da Terra e as seis correspondentes posições de Marte, bem como a trajetória de Marte para um observador situado na Terra. Os intervalos de tempo entre duas posições consecutivas são, aproximadamente iguais.

A figura 2 destaca o movimento de Marte observado em intervalos de 10 dias, registrado da Terra.



Disponível em:  
<http://fisicaemclasse.blogspot.com/2015/10/os-50-anos-da-exploracao-de-marte-e.html>. Acesso em: 20 fev. 2018.

Figura 1

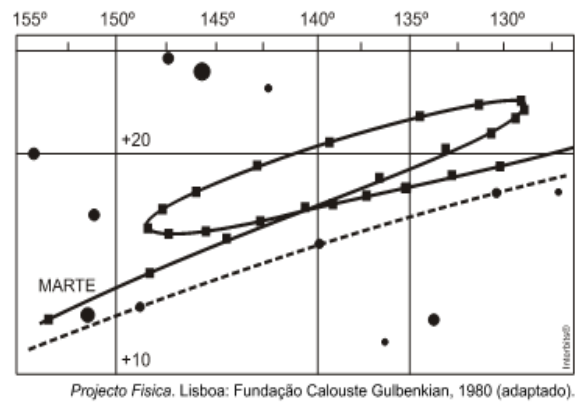


Figura 2

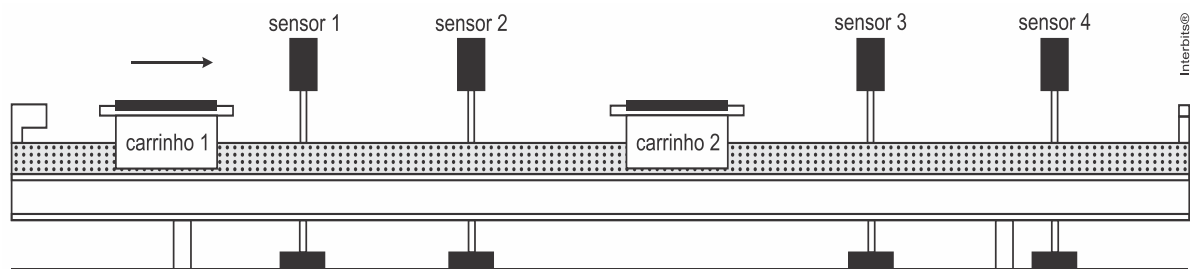
Após leitura do texto e análise das imagens, apresente a causa da forma da trajetória do planeta Marte registrada na figura 2:

---



---

7. (Enem 2016) O trilho de ar é um dispositivo utilizado em laboratórios de física para analisar movimentos em que corpos de prova (carrinhos) podem se mover com atrito desprezível. A figura ilustra um trilho horizontal com dois carrinhos (1 e 2) em que se realiza um experimento para obter a massa do carrinho 2. No instante em que o carrinho 1, de massa 150,0 g, passa a se mover com velocidade escalar constante, o carrinho 2 está em repouso. No momento em que o carrinho 1 se choca com o carrinho 2, ambos passam a se movimentar juntos com velocidade escalar constante. Os sensores eletrônicos distribuídos ao longo do trilho determinam as posições e registram os instantes associados à passagem de cada carrinho, gerando os dados do quadro.



Carrinho 1		Carrinho 2	
Posição (cm)	Instante (s)	Posição (cm)	Instante (s)
15,0	0,0	45,0	0,0
30,0	1,0	45,0	1,0
75,0	8,0	75,0	8,0
90,0	11,0	90,0	11,0

Com base nos dados experimentais, o valor da massa do carrinho 2 é igual a:

- a) 50,0 g. b) 250,0 g. c) 300,0 g. d) 450,0 g. e) 600,0 g.

### 7.3 Fichas de Registro – Seção 1 e Seção 2

FICHA DE REGISTRO – Seção 1	
Colégio, Turma e nº da equipe	
Componentes da equipe	
Conceitos conhecidos	
Conceitos desconhecidos	
O que eu já sei sobre o problema colocado?	
O que eu preciso saber para resolver efetivamente esse problema?	
Hipóteses (possíveis soluções)	
Objetivos da equipe	

Fonte: adaptado de Munhoz (2015), por esta autora.

FICHA DE REGISTRO – Seção 2	
Colégio, Turma e nº da equipe	
Componentes da equipe	
Objetivo 1 – resultado da pesquisa e fonte	
Objetivo 2 – resultado da pesquisa e fonte	
Objetivo 3 – resultado da pesquisa e fonte	
Objetivo 4 – resultado da pesquisa e fonte	
Objetivo 5 – resultado da pesquisa e fonte	
Possível solução do problema	
Anexar o mapa conceitual da equipe	

Fonte: A própria autora.

### 7.4 Ficha de auto avaliação

AUTO AVALIAÇÃO				
Seu nome -	Turma e equipe -			
Colegas de equipe: Aluno 1 - _____ Aluno 2 - _____ Aluno 3 - _____ Aluno 4 - _____				
Aluno/Avaliação (A,B, C ou D)	Aluno 1	Aluno 2	Aluno 3	Aluno 4
Interação e respeito aos colegas				
Participa ativamente de todas as etapas				
Fez a pesquisa individual				
Contribui para a solução do problema com argumentações pertinentes				
Participou da construção do mapa e do debate				
Presença e pontualidade				

AVALIAÇÃO	CÓDIGO	AVALIAÇÃO	CÓDIGO
Insuficiente	D	Bom	B
Regular	C	Ótimo	A

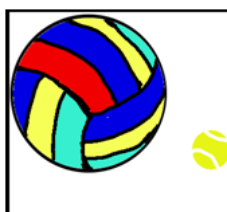
Fonte: adaptado de Munhoz (2015), por esta autora.

## 7.5 Roteiros dos Experimentos



### QUEDA SIMULTÂNEA DE UMA BOLA DE VÔLEI E UMA BOLA DE TÊNIS – MESMO NÍVEL

Considere duas bolas, uma de volei e outra de tênis. Abandone-as de uma mesma altura, lado a lado, simultaneamente:



1. Quem chega primeiro ao chão?
2. O que podemos observar sobre as velocidades das bolas a cada instante, durante a queda?
3. Esboce o gráfico da velocidade em função do tempo, para cada uma das bolas:
4. Após o impacto com o solo, como as bolas saem, com velocidades iguais ou diferentes?
5. O que podemos observar sobre as velocidades das bolas a cada instante, durante a subida?
6. Esboce o gráfico da velocidade para cada bola, em função do tempo, após o impacto:

### QUEDA SIMULTÂNEA DE UMA BOLA DE VÔLEI E UMA BOLA DE TÊNIS – UMA SOBRE A OUTRA

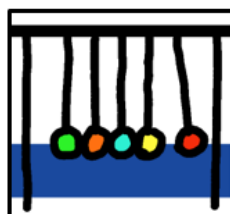
Considere que a bola de tênis é abandonada sobre a de vôlei, observe o vídeo com o conjunto abandonado à mesma altura da situação anterior:



1. Elas têm a mesma velocidade no instante de impacto? Justifique:
2. Após o rebote elas saem com a mesma velocidade? Explique:
3. A velocidade da bola de tênis, após o rebote, é igual à velocidade antes do rebote? Como explicar?
4. Se a velocidade das bolas é a mesma antes e imediatamente após o impacto com o solo, como é que a bola de tênis consegue subir a uma altura maior do que aquela da qual foi abandonado?
5. Explique o que acontece com a quantidade de movimento de cada uma das bolas após o rebote:

### MOVIMENTO DAS BOLAS NO PÊNDULO DE NEWTON

Considere que uma, duas ou três esferas fossem abandonadas a partir de alturas variadas, e que comparassem os resultados observados, seguindo uma sequência proposta:



1. Ao abandonar uma esfera no pêndulo de Newton, o que acontece?
2. Por que apenas uma esfera sai em movimento?
3. O que muda quando se abandonam duas ou mais esferas, ao invés de apenas uma? Explique:
4. Por que as esferas intermediárias não se movimentam?
5. Explique o que acontece com a quantidade de movimento de cada esfera durante os impactos:
6. Do que depende a quantidade de movimento de cada bola após o impacto entre duas delas?

O segundo experimento e as questões são orientados pelo vídeo<sup>43</sup>, de autoria própria e do professor Sergio Scarano, na CCTECA Galileu Galilei.

O terceiro experimento e as questões são orientados pelo vídeo<sup>44</sup> Pontociência – Brincando com o Pêndulo de Newton.

<sup>43</sup> Rodrigues; Scarano (2019c). Disponível em: <https://youtu.be/FdzyehP--gk>.

<sup>44</sup> Pontociência (2010).

## 7.6 Atividade de Sala - Aula de Consolidação

### ATIVIDADES DE SALA – QUANTIDADE DE MOVIMENTO

COLÉGIO: \_\_\_\_\_ TURMA: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

ALUNOS(AS): \_\_\_\_\_

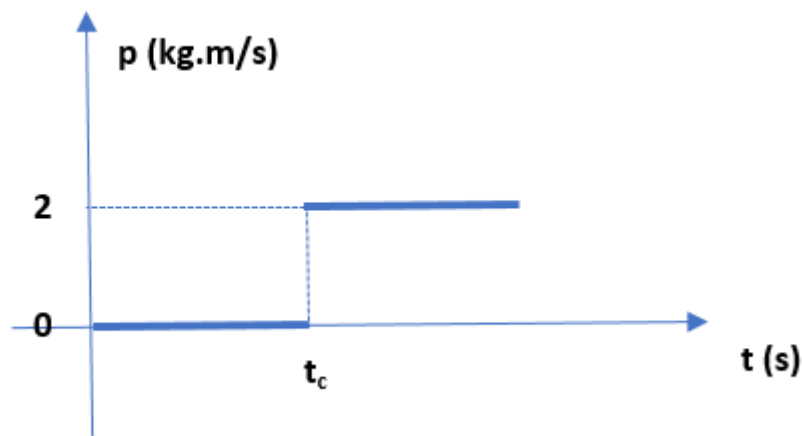
1. (Vunesp 2005 – Adaptada pela autora) Durante um jogo de futebol, uma bola atingiu acidentalmente a cabeça de um policial, em pé e imóvel, nas proximidades do campo. A bola, com massa de 400 g e velocidade de 8 m/s, bateu e voltou na mesma direção, porém com velocidade de 7 m/s.

- Qual foi a variação da quantidade de movimento (Impulso da força) exercida pela cabeça do policial na bola? Justifique:
- Pode-se afirmar que ocorreu transferência de momento linear (quantidade de movimento) da bola para o policial durante o choque? Justifique.

2. (U. Uberaba – MG – Adaptada pela autora) A figura a seguir representa o momento anterior a uma colisão elástica entre as bolas 1 e 2 de massas iguais a 0,4kg cada. A bola 2 encontra-se inicialmente em repouso e a bola 1 anda com uma velocidade  $v$ , igual a 5m/s. A colisão ocorre no instante  $t=t_c$ .



Julgue as informações apresentadas graficamente para a bola 2 (  $p$  é a quantidade de movimento e  $t$  é o instante):



Fonte: Autoria própria.

3. (PUC - RJ – 2011- Adaptada pela autora) Duas massas se movendo sobre a mesma linha reta e em sentidos opostos se chocam e ficam grudadas entre si após a colisão. Antes da colisão, as massas e velocidades respectivas são  $M_1=4$  kg ;  $M_2=2$  kg;  $V_1=5$  m/s e  $V_2 = - 10$  m/s. Calcule a velocidade final, em m/s, do sistema das massas grudadas:

## 7.7 Texto Auxiliar da ABP 01 - Movimentos da Terra <sup>45</sup>

Esse texto foi retirado na íntegra do portal Brasil Escola.

Ao todo, existem catorze movimentos da Terra. Alguns interferem diretamente na vida em sociedade, outros, nem tanto.

A Terra realiza vários movimentos



Segundo PENA (2018), o planeta Terra não é estático no universo, assim como acontece com todos os corpos celestes. Ele realiza uma série de movimentos envolvendo a órbita em torno de si mesmo, ao redor do sol, em conjunto com a Via Láctea e com o próprio universo. Portanto, estudar esses movimentos significa entender uma parte da dinamicidade do espaço sideral.

Os principais movimentos da Terra, isto é, aqueles que possuem um efeito direto mais notório em nossas vidas, são a rotação e a translação. A rotação é o movimento que a Terra realiza em torno de si mesma, circulando ao redor do seu eixo imaginário central durante um período aproximado de 24 horas, com uma velocidade de 1.666 km/h. A rotação ocorre no sentido anti-horário, ou seja, de oeste para leste, o que faz com que o movimento aparente do sol seja de leste (nascente) para oeste (poente). A principal consequência desse movimento é a sucessão dos dias e das noites.

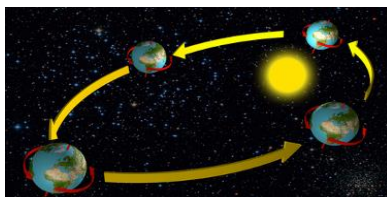
A translação é o movimento elíptico que a Terra executa ao redor do sol, com uma duração de 365 dias, 5 horas e 48 minutos em uma velocidade de 107.000 km/h. Quando a Terra termina uma volta completa em relação ao sol, dizemos que se passou um ano. A principal consequência desse movimento é a origem das estações do ano, que ocorrem pelo fato de o eixo do planeta apresentar uma inclinação de  $23^{\circ}27'$ , ocasionando a sucessão dos solstícios e dos equinócios.

O movimento de translação também é chamado de revolução.

Movimento de translação terrestre

---

<sup>45</sup>Texto retirado do portal Brasil Escola, de fonte: Pena (2018)



A Terra possui variações desses movimentos, como outros três importantes movimentos que não possuem uma influência muito notória sobre a humanidade, mas que são importantes por originarem outros movimentos. Essas variações são a precessão, a nutação e o deslocamento do periélio.

A precessão – ou precessão dos equinócios – é o movimento giratório realizado pela projeção de eixo de rotação terrestre no sentido horário, com uma duração cíclica de 25.770 anos. A principal consequência é a antecipação dos equinócios e a mudança da posição aparente dos astros celestes no céu.

A nutação é uma pequena variação periódica no eixo rotacional terrestre que ocorre a cada 18,6 anos em função da influência da gravidade da Lua sobre a Terra. Não há consequências relevantes.

O deslocamento do periélio é a variação da órbita terrestre ao redor do sol. Como sabemos, o periélio é o ponto da órbita em que o planeta encontra-se mais próximo ao corpo solar. Assim, essa diferença varia ao longo do tempo em função da influência da órbita de outros planetas, com uma repetição cíclica de 21 mil anos.

Além desses cinco movimentos apresentados, a Terra realiza outros nove movimentos de menor importância que envolvem derivações desses ciclos e transformações ocorridas em conjunto com o universo.

Um desses movimentos é a obliquidade da eclíptica, que é a variação entre o plano da órbita da Terra e o plano da Linha do Equador, ou seja, a variação do eixo de inclinação. Esse movimento possui um ciclo de 42 mil anos e faz com que o ângulo desse eixo varie entre 22° e 24°30'.

Há também a variação da excentricidade da órbita, em que o eixo de translação da Terra ora é mais circular, ora é mais elíptico, possuindo uma duração cíclica de 92 mil anos. Há indícios de que esse movimento seja o responsável pelas grandes glaciações da Terra.

Já o movimento do centro de massa Terra-Lua indica a órbita que o centro de massa do sistema Terra-Lua realiza ao redor do sol. Da mesma forma, o movimento em torno do centro de massa do Sistema Solar é o movimento realizado pela Terra ao redor do centro de massa do sol e todos os planetas que circundam ao seu redor.

Outro movimento interessante é o movimento das marés, em que há uma contração e uma descontração cíclicas do globo terrestre por influência da gravidade da Lua. A mais conhecida influência desse movimento é a variação das marés.

A Terra também realiza alguns movimentos imprevisíveis, com pequenas variações em suas órbitas, fenômeno ocasionado pela influência dos demais planetas solares, notadamente Vênus e Júpiter. Esses movimentos são chamados de perturbações planetárias.

Como o Sol também se desloca, observa-se que, concomitante ao movimento de translação, a Terra também realiza um movimento helicoidal em direção ao próprio sol.

Da mesma forma ocorre em relação à Via Láctea, que apresenta um giro ao redor de seu centro com duração de 250 milhões de anos. A Terra, assim como todo o sistema solar, faz parte dessa movimentação, que é chamada de rotação junto com a galáxia. No entanto, como o universo continua expandindo-se, a galáxia também se movimenta, levando todos os seus corpos celestes consigo, o que faz com que seja considerado o movimento de translação junto com a galáxia.

Imagem da Via Láctea



Em resumo, os 14 movimentos da Terra são:

- |   |                                    |
|---|------------------------------------|
| 1) Rotação  | 13) Rotação junto com a galáxia    |
| 2) Translação   | 14) Translação junto com a galáxia |
| 3) Precessão  |                                    |
| 4) Nutação  |                                    |
| 5) Deslocamento do periélio                               |                                    |
| 6) Obliquidade da eclíptica                               |                                    |
| 7) Variação da excentricidade da órbita                   |                                    |
| 8) Movimento de centro de massa Terra-Lua                 |                                    |
| 9) Movimento em torno do centro de massa do Sistema Solar |                                    |
| 10) Movimento das Marés                                   |                                    |
| 11) Perturbações Planetárias                              |                                    |
| 12) Movimento Helicoidal                                  |                                    |

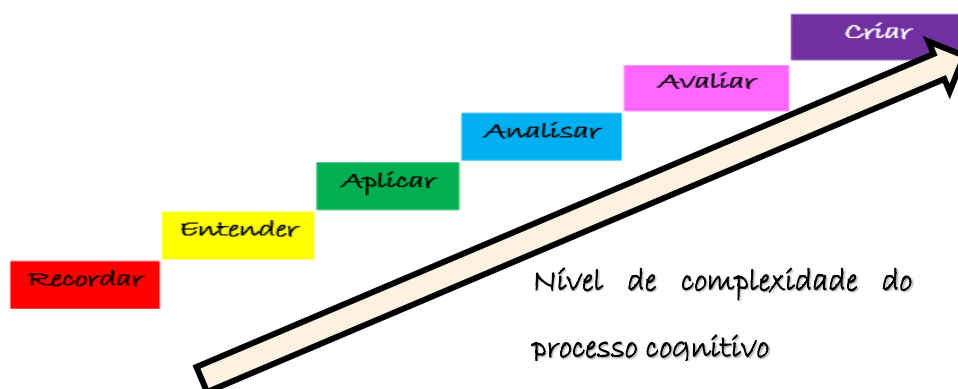
## 7.8 Jogo você é um astro ingênuo?<sup>46</sup>

### 1. Objetivos do jogo

O objetivo do jogo é percorrer todo o tabuleiro, passando pelas 25 posições, para alcançar o ponto de chegada.

### 2. Apresentação do jogo

O jogo apresenta uma roleta que indica o nível de cognição do desafio apresentado à equipe. Os níveis de cognição trabalhados são os que compõem a taxonomia de Bloom revisada, indicados na figura a seguir:



O desafio é apresentado através de uma carta, retirada de um envelope que tem a cor correspondente ao nível de cognição indicado pela roleta. O jogo tem dois conjuntos de tabuleiro e envelopes de cartas: A Terra observa Marte... e A ISS e lixo espacial em rota de colisão. Cada conjunto tem seu tabuleiro e seis envelopes com as cartas dos desafios.

### 3. Peças do jogo

A imagem seguinte apresenta os dois tabuleiros e as peças que compõem um conjunto. As peças estão apresentadas individualmente logo após, detalhadas com imagens de tamanhos meramente ilustrativos.

---

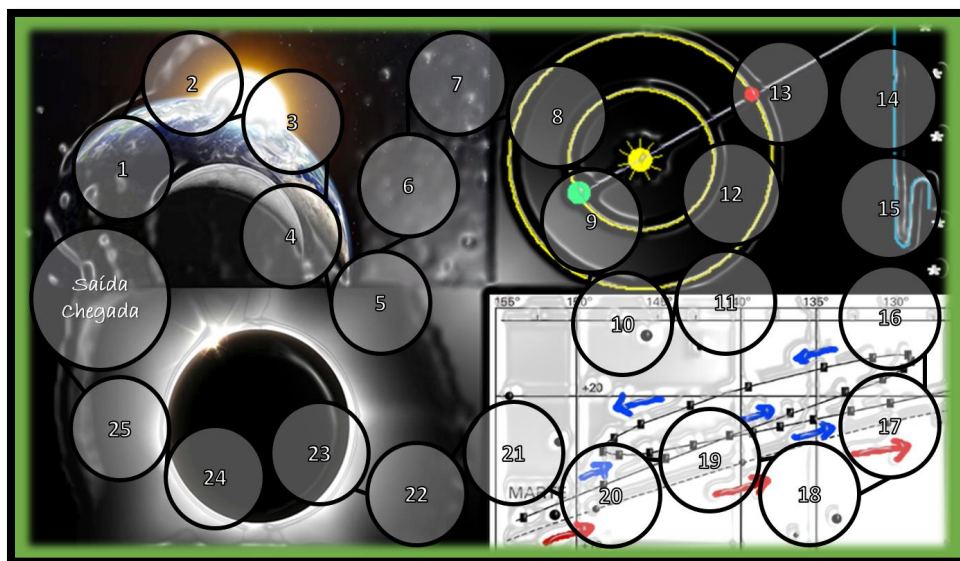
<sup>46</sup> Jogo elaborado pela autora deste trabalho, baseado na taxonomia de Bloom revisada. (FERRAZ; BELHOT, 2010).



c) Tabuleiros – devem ser impressos em papel couché, no tamanho 40 cm por 23 cm. São compostos por:

- Uma trilha, com o ponto de saída igual ao ponto de chegada, e posições de 1 a 25;
- Um cenário relacionado ao nome do conjunto.

A Terra observa Marte...



Fonte: Adaptada<sup>47</sup> pela autora, de Albuquerque (2017); Projeto Física (1980); Oliveira Filho; Saraiva (2006).

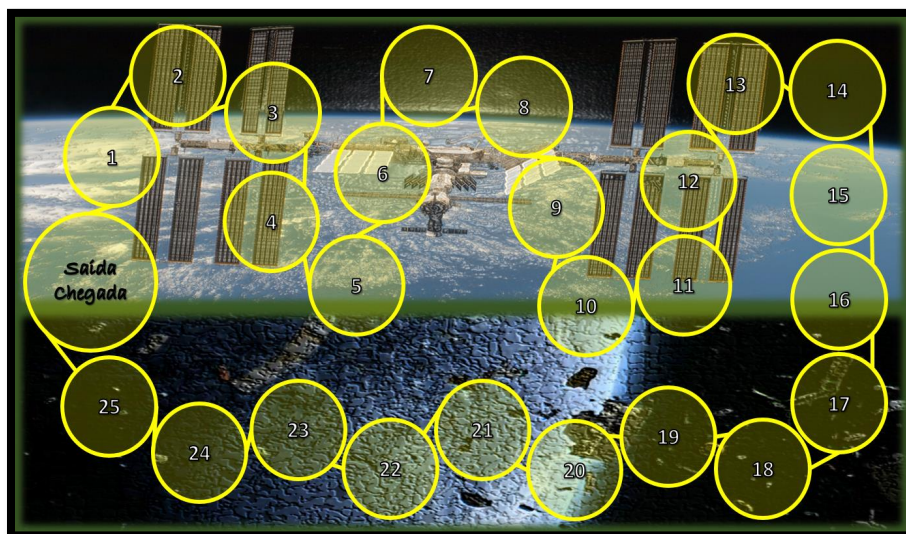
A ISS e lixo espacial em rota de colisão

<sup>47</sup> Imagens do tabuleiro obtidas em:

<https://www.linha-astral.com.br/eclipse-lunar-7-agosto-2017/>.

[http://professorbiriba.com.br/boilerplate/html/primeiro\\_ano/fasciculo1/nivel-verde/pagina19-verde.html](http://professorbiriba.com.br/boilerplate/html/primeiro_ano/fasciculo1/nivel-verde/pagina19-verde.html).

<https://www.significados.com.br/eclipse-solar/>.



Fonte: adaptada<sup>48</sup> pela autora, de Nusca (2011); Ubiie (2018).

d) Um peão (botão) de cor específica para cada equipe:



e) Ampulheta (material próprio) utilizada para controlar o tempo de resposta em cada desafio:



Observação: a ampulheta pode ser substituída por qualquer relógio ou cronômetro.

<sup>48</sup> Imagens do tabuleiro obtidas em::

<https://www.zdnet.com/article/international-space-station-to-fall-into-ocean-in-2020/>.

<https://www.ubiie.com/2018/04/30/orbita-da-terra-ja-acumula-75-mil-toneladas-de-sucata/>.

- f) A roleta de Bloom deve ser impressa com diâmetro de 25cm. Os níveis de cognição estão discriminados por verbos e pelas cores.



Fonte: Adaptada de Forsythe (2014); Ferraz e Belhot (2010), por esta autora. <sup>49</sup>

- g) Spinner e seta que, ao ser girada, indica o nível de cognição da questão a ser respondida pelo jogador da equipe.

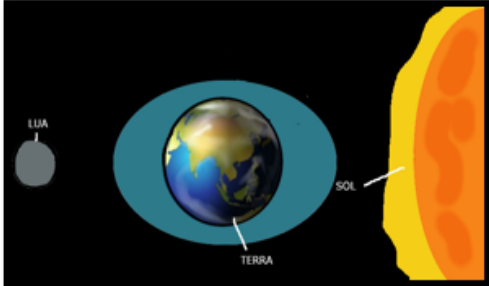

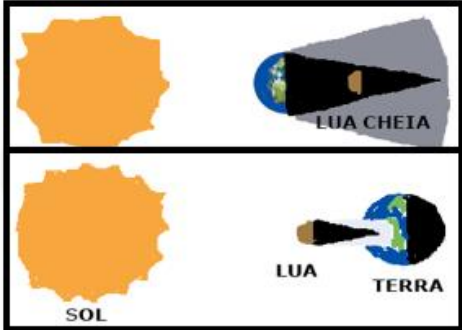



- h) Cartas do jogo – As cartas devem ser impressas com medidas de 8,5cm x 5,5cm. Toda carta tem uma questão que exige do aluno um nível de cognição. Há um conjunto de cartas para

<sup>49</sup> Imagem adaptada pela autora de <https://www.flickr.com/photos/gforsythe/15702021271/in/photostream/>.

cada tabuleiro. Elas estão separadas em envelopes, de cor correspondente ao do nível do processo cognitivo exigido pela questão e indicado na roleta. Em seguida estão as imagens das cartas, fora de escala.

- As imagens<sup>50</sup> das cartas do tabuleiro A Terra observa Marte... estão ilustradas a seguir:

 <p><b>Explique o fenômeno observado na imagem, utilizando as interações entre os corpos celestes envolvidos:</b></p>	 <p><b>Que fenômeno envolvendo o alinhamento entre o planeta, a Lua e o Sol, interfere nos ciclos da agricultura?</b></p>
 <p><b>Defina Eclipse e liste os diferentes tipos:</b></p>	 <p><b>Liste os planetas que fazem parte do nosso Sistema Solar:</b></p>

<sup>50</sup> Parte das imagens utilizadas nas cartas são de autoria própria; outras são retiradas ou adaptadas dos links a seguir, cujas fontes são indicadas nas referências:

Albuquerque (2017). Disponível em: <https://www.linha-astral.com.br/eclipse-lunar-7-agosto-2017/>.

Avion (2015). Disponível em: <http://todoapulsion.blogspot.com/2015/07/freud-s-1914-recordar-repetir-reelaborar.html>.

Estações do ano [s.d.]. Disponível em: <https://pixabay.com/pt/vectors/esta%C3%A7%C3%B5es-do-ano-ano-%C3%A1rvore-natureza-2019523/>.

Leite (2014). Disponível em: <http://sergipeemfotos.blogspot.com/2014/05/orla-por-do-sol-em-aracaju-stand-up.html>.

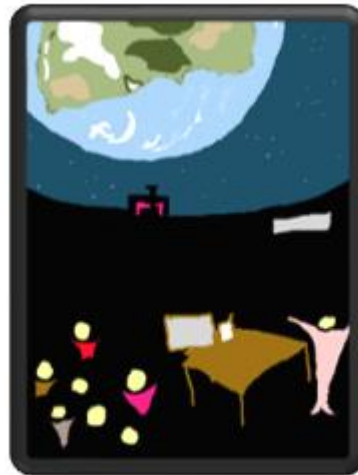
Saraiva; Oliveira Filho (2016). Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/fordif/node8.htm>.

WP (2013). Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=45707916>.

Eclipse solar (2018). Disponível em: <https://www.significados.com.br/eclipse-solar/>.



O que significa CCTECA?



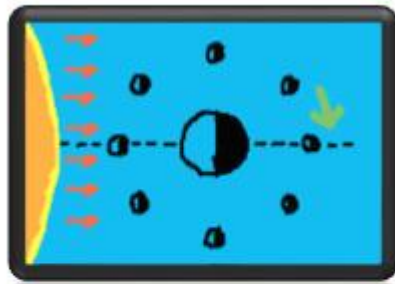
O que é um planetário?



O que é um telescópio?



Observe a imagem e  
identifique a fase da Lua  
correspondente:



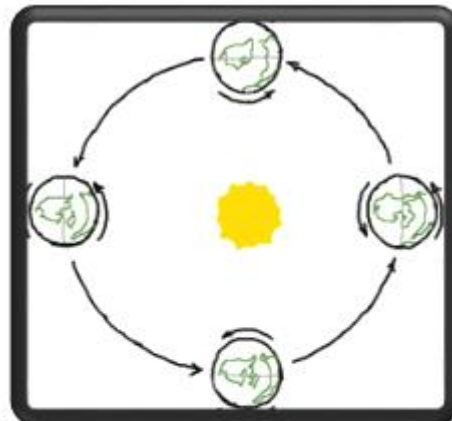
Quais são as fases da Lua?



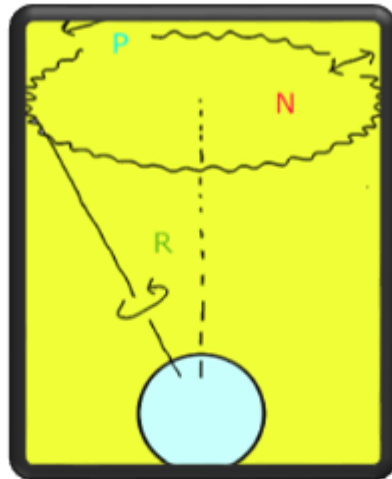
Que movimento da Terra interfere nas estações do ano?



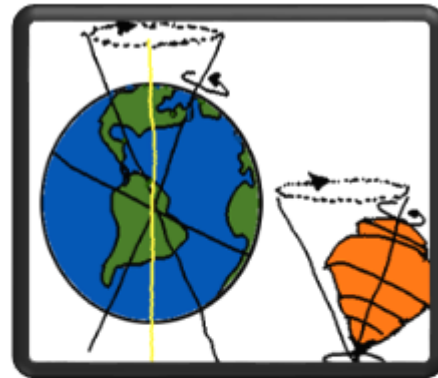
Observe a imagem e identifique a fase da Lua correspondente:



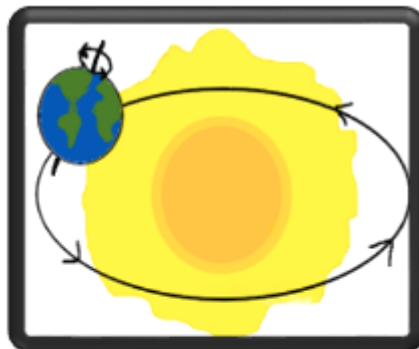
Apresente os dois movimentos principais da Terra:



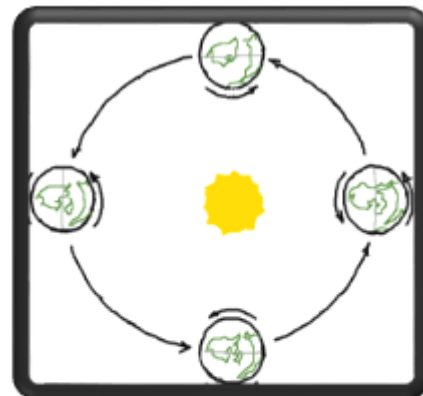
Defina Nutação:



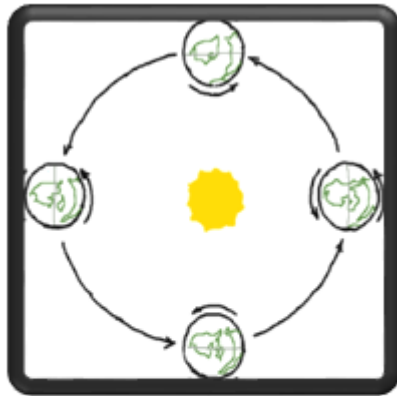
Nomeie o movimento que provoca a alteração na orientação do eixo de rotação da Terra em torno da órbita da mesma:



Interprete a imagem para descobrir em qual região do planeta a estação climática é o verão:



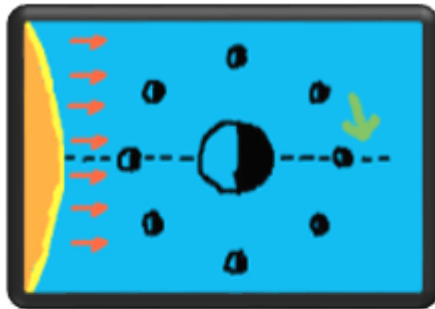
Explique a relação entre um dos movimentos da Terra e as estações do ano:



Explique a relação entre um dos movimentos da Terra, o dia e a noite:



Interprete a imagem e identifique a estação do ano correspondente a cada trecho da figura nas cores verde, rosa, laranja e azul):



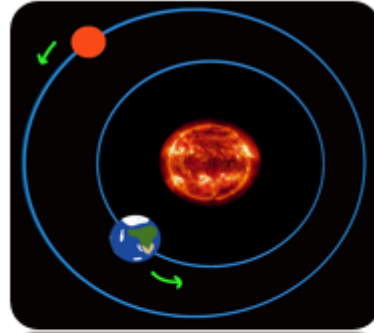
Utilize o seu conhecimento sobre os movimentos de Rotação e Translação, a lanterna do seu celular, dois objetos de diferentes tamanhos e os colegas de equipe para mostrar porque na Terra visualizamos sempre a mesma face da Lua:



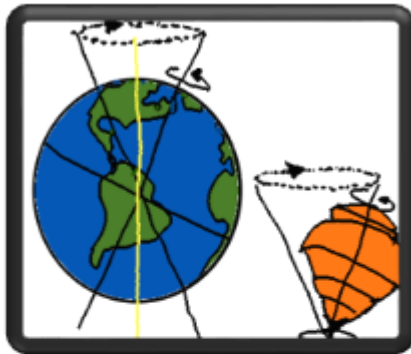
Faça um esboço do planeta Terra, representando o seu eixo de Rotação e seu movimento ao redor do Sol, para indicar nele a região do planeta em que a estação climática do ano local é o inverno:



Utilize o seu conhecimento sobre os movimentos de Rotação e Translação, a lanterna do seu celular, dois objetos de diferentes tamanhos e os colegas de equipe para mostrar que a face escura da Lua nem sempre pode ser considerada a face oculta da mesma:



Execute, através de uma encenação junto à sua equipe, os movimentos da Terra e de Marte ao redor do Sol, respeitando as suas velocidades:



Analise a imagem e explique as possíveis causas para o movimento do eixo de rotação indicado pela setinha maior e também representado pelo movimento do pião:



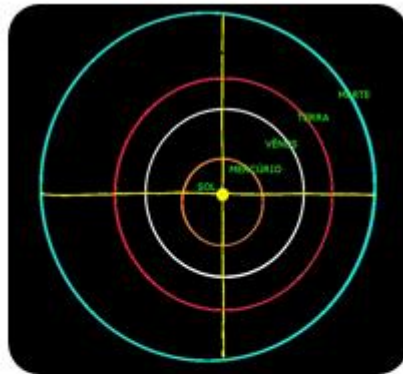
Um satélite de comunicações precisa estar em órbita estacionária ao redor da Terra. Para isso acontecer, a sua órbita deve estar contida num plano que passa pela linha do Equador ou num plano que passa pelos pólos?



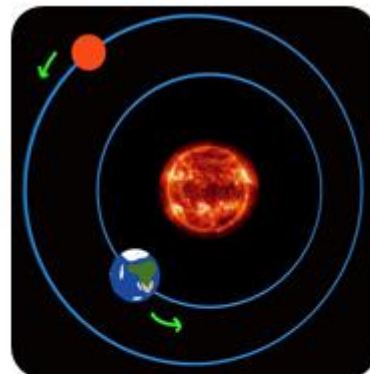
Implemente uma pequena sequência que represente um eclipse, com a lanterna do seu celular, suas mãos e um pequeno objeto:



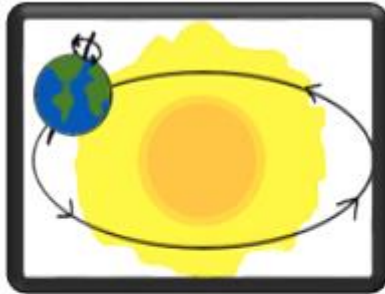
Compare as imagens e identifique aquela em que podemos observar o eclipse Solar.



Compare as órbitas dos planetas e apresente argumentos para indicar o planeta de maior velocidade orbital, entre a Terra e Marte:



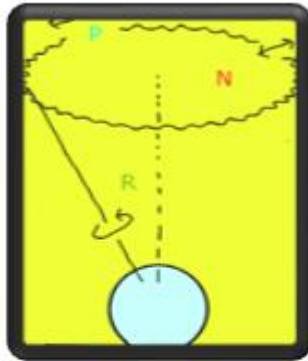
Julgue a afirmação a seguir como verdadeira ou falsa: "A Terra se aproxima de Marte porque a velocidade orbital de Marte é maior"



Analise a imagem e identifique os dois fatores que interferem nas estações climáticas e ciclos da agricultura:



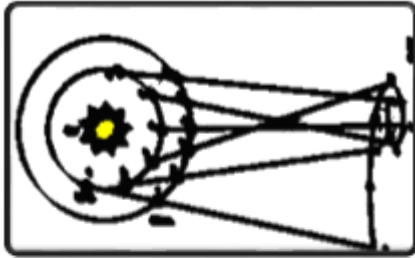
Era verão em Aracaju e Ana decidiu acampar, orientando a entrada da barraca para o oeste, um pouco mais à direita do que o faria se fosse inverno. É que ela desejava observar o por do Sol do interior da barraca. Critique a escolha de Ana:



Julgue a afirmação a seguir como verdadeira ou falsa: "A Nutação e a Precessão são movimentos do eixo de rotação da Terra, provocados pela interação gravitacional entre a Terra, a Lua e o Sol."



Crie uma questão envolvendo os conceitos relacionados às órbitas dos planetas, no nível de cognição da recordação:



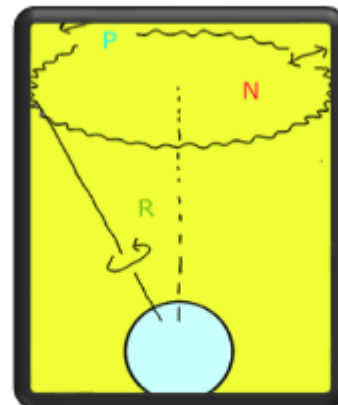
Julgue o texto a seguir, justificando a sua resposta: O “movimento de laçada” de Marte pode ser visualizado a partir da Terra, porque os planetas não orbitam o Sol em sincronia. Quanto mais distante do Sol, maior é o período de translação de um planeta. Por esse motivo Marte parece estar sempre se aproximando da Terra (movimento retrógrado).



Julgue a afirmação a seguir, justificando a sua resposta: “A quantidade de movimento da Lua ao redor da Terra é constante, se considerarmos que a sua velocidade tem módulo constante”.



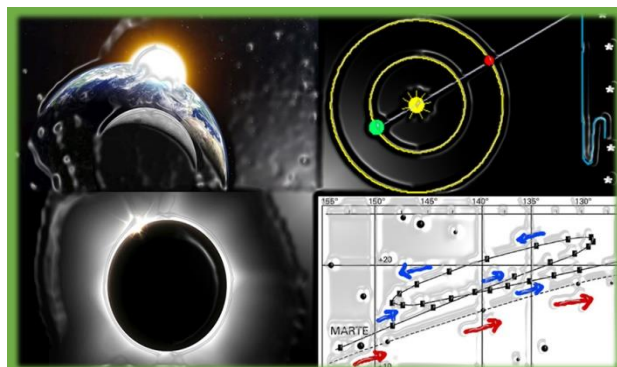
Desenvolva uma questão envolvendo os movimentos apresentados no contexto da imagem e que exige a análise da quantidade de movimento do objeto:



Diferencie a Nutação da Precessão:

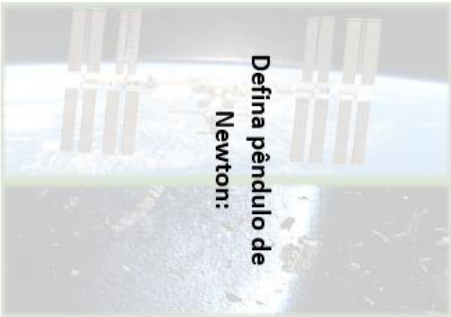

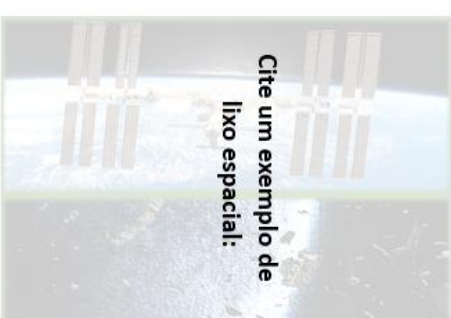





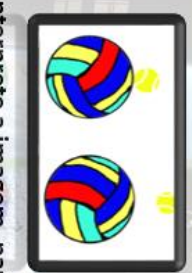
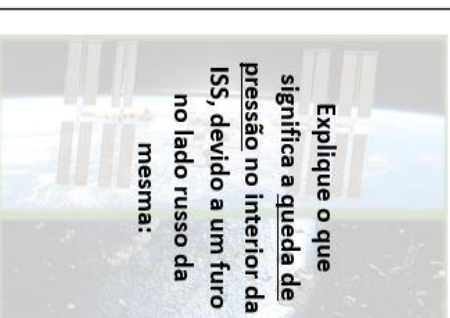
 <p>Construa uma argumentação para provar que a face escura da Lua não pode ser considerada a face oculta da mesma:</p>	 <p>Construa uma argumentação para provar que vemos sempre a mesma face da Lua, utilizando para isso os movimentos de Rotação e Translação da Lua:</p>
 <p>Considere um astronauta em Marte: o momento linear do astronauta é igual, maior ou menor do que o momento linear de Marte? Justifique:</p>	 <p>Invente uma situação em que a quantidade de movimento do objeto é constante, citando todos os detalhes:</p>

Imagem do verso de cada carta:



- Conjunto de cartas do tabuleiro A ISS e lixo espacial em rota de colisão:

 <p>O que significa CTECA?</p>	 <p>A altitude é medida obtida em relação a(o)</p>
 <p>O que significa ISS?</p>	 <p>Cite dois conceitos que se relacionam no cálculo da Pressão:</p>
 <p>O que é um planetário?</p>	 <p>Liste os conceitos que se relacionam no cálculo do módulo do Momento Linear:</p>
 <p>Defina Microgravidade:</p>	 <p>Nomeie a grandeza que relaciona os conceitos distância percorrida e intervalo de tempo:</p>
 <p>O que é um tour virtual?</p>	 <p>O que significa SAFER?</p>

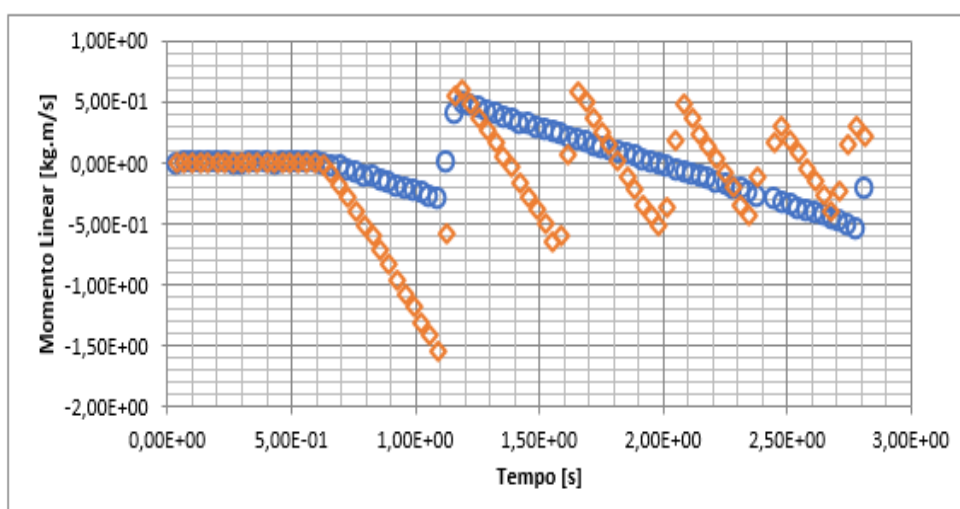
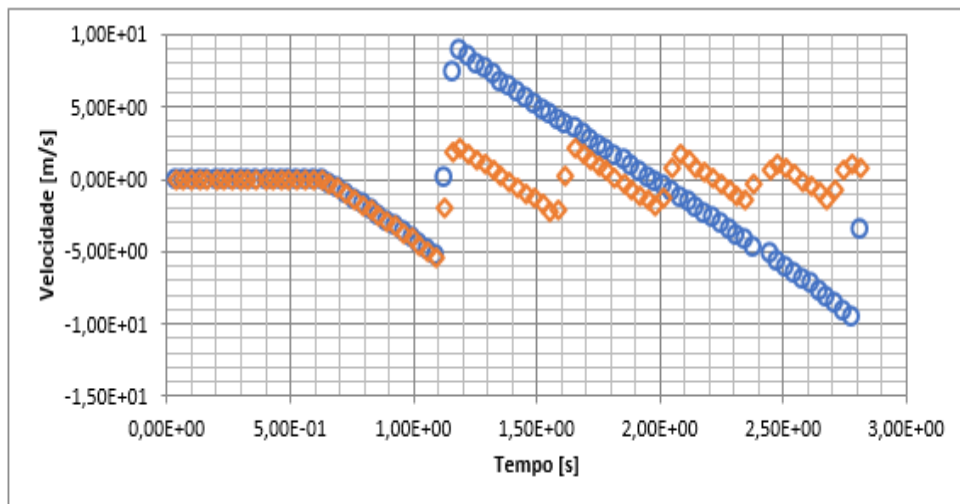
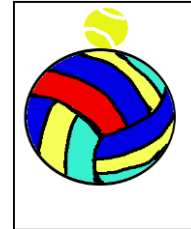
 <p>Defina pêndulo de Newton:</p>	 <p>Cite a força que mantém a ISS em órbita terrestre:</p>	 <p>Cite um exemplo de lixo espacial:</p>	 <p>Apresente as características da velocidade (grandeza vetorial) que, no movimento circular de um objeto, torna a Quantidade de Movimento do mesmo variável:</p>	 <p>Diferencie Microgravidade e gravidade zero, para um sistema de referência inercial:</p>
 <p>Explique a relação entre a força gravitacional e a órbita da ISS:</p>	 <p>Classifique o movimento da órbita da ISS como Retilíneo ou Curvilíneo, acelerada ou desacelerada:</p>	 <p>Interprete a imagem, para explicar o que acontece com a velocidade da bola de tênis, durante a subida, após a colisão vertical com a bola de volei:</p>	 <p>Interprete a imagem, para explicar as transformações de energia que ocorrem com a bola de tênis, durante a subida, após a colisão vertical com a bola de volei:</p>	 <p>Explique o que significa a queda de pressão no interior da ISS, devido a um furo no lado russo da mesma:</p>

 <p>Utilize o conceito da quantidade de movimento para explicar a importância do air bag no carro, durante uma colisão:</p>	 <p>Aplique o seu conhecimento sobre momento linear para apresentar um exemplo experimental em que há a troca da quantidade de movimento:</p>	 <p>Considere um motorista em seu carro com velocidade diferente de zero. Quem tem maior momento linear, o motorista ou o carro?</p>	 <p>Execute, ou mostre como executaria, no Pêndulo de Newton, uma experiência em que haveria a troca de quantidade de movimento entre objetos de massas diferentes, de maneira a ser possível visualizar essa troca:</p>	 <p>Construa, através de uma encenação com a sua equipe, uma proposta em que o objeto, em movimento uniforme, possui momento linear variável.</p>
 <p>Diferencie direção e sentido de um movimento:</p>	 <p>Analise as imagens e identifique a situação em que o momento linear do móvel é constante:</p> <p>A Lua em órbita terrestre</p> <p>Um carro na pista circular e velocidade de valor constante de 80km/h.</p> 	 <p>Quem tem maior quantidade de movimento, a Lua ou o astronauta que está na Lua?</p>	 <p>Quando as bolas de volei e de tênis são abandonadas simultaneamente, a partir de uma mesma altura, quem chega ao chão, se for desprezada a resistência do ar?</p>	 <p>Quando as bolas de volei e de tênis são abandonadas simultaneamente, a partir de uma mesma altura, quem chega com maior momento linear ao chão, se for desprezada a resistência do ar?</p>

<p>Julgue a afirmação a seguir: "As consequências da colisão entre um objeto do lixo espacial e a ISS depende apenas da massa do lixo".</p>	<p>A colisão entre um fragmento de lixo espacial e a ISS perfurou a superfície da mesma, causando a despressurização do seu interior. Justifique essa queda de pressão:</p>	<p>O astronauta que saiu para fazer o reparo externo na ISS, ao se afastar da mesma para observar a sua extensão, percebeu que os propulsores do SAFER não funcionavam e que o cabo que o prendia à estação rompeu. Ele decidiu dar um impulso com os pés para o lado oposto da estação. Critique a decisão do astronauta:</p>	<p>Julgue a afirmação a seguir: "No experimento do pêndulo de Newton, quando duas esferas de massas iguais eram abandonadas, uma esfera com o dobro da massa saía do lado oposto do experimento".</p>	<p>Sob a ação da microgravidade a altura dos astronautas era maior do que na superfície da Terra. Justifique essa afirmação:</p>
<p>Construa uma argumentação para explicar como o astronauta pode voltar à estação, depois que o cabo de segurança rompeu e que os propulsores do SAFER falharam:</p>	<p>Crie uma questão envolvendo os conceitos colisão, quantidade de movimento e energia, exigindo o nível de cognição da recordação:</p>	<p>Invente um exemplo em que o momento linear do móvel é constante:</p>	<p>Proponha uma pequena encenação, com os componentes de sua equipe, em que apenas a direção do momento linear seja variável:</p>	<p>Crie uma proposta para a redução da força de impacto do motociclista com o chão, quando o mesmo cai de uma moto a alta velocidade:</p>

g. As últimas cartas do tabuleiro, A ISS e lixo espacial em rota de colisão, fazem parte de um desafio, indicado a seguir, que deve ser impresso em papel couchet tamanho 19cm x14cm.

Um teste foi realizado com uma bola de tênis sobre uma bola de volei, abandonadas a partir de certa altura, como mostra a primeira figura. Obtivemos os gráficos da velocidade e do momento linear em função do tempo, utilizando o programa Tracker.



As cartas com as questões referentes a esse texto e gráficos estão listados a seguir. Elas fazem parte do desafio dos seis pontos, explicado no item 4.j a seguir.

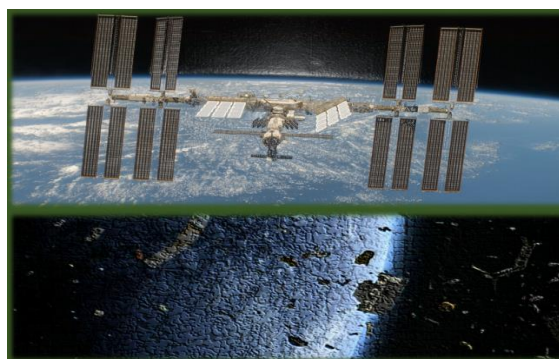
Identifique no gráfico da velocidade o instante em que as bolas iniciam o movimento. Justifique:

De acordo com o gráfico do momento linear em função do tempo, qual é a bola representada pela cor vermelha, a de volei ou a de tênis? Justifique:

Durante a descida as bolas têm velocidades iguais em cada instante, mas quantidades de movimentos diferentes. Por quê?

Por que a bola azul, ao se separar da vermelha, sobe com uma velocidade maior do que a vermelha?

Imagem do verso de cada carta:



4. Como jogar:

- a. As equipes escolhem os representantes para participar do jogo;
- b. Com o desafio do par ou ímpar os competidores decidem a ordem de participação na competição. A maioria dos participantes escolhe um tabuleiro;

- c. O vencedor gira o spinner e verifica o nível de cognição da taxonomia de Bloom indicado na roleta;
- d. O jogador escolhe uma carta, aleatoriamente, do envelope com a cor e o nível de cognição indicado pela roleta (R, E, AP, AN, AV ou C);
- e. Ler a questão da carta para que todos ouçam;
- f. Utilizar a ampulheta para regular o tempo de resposta do jogador. Se usar um cronômetro, definir antecipadamente o tempo do jogador para responder a questão; quando o tempo acabar não é permitido continuar a responder;
- g. Se, dentro do tempo permitido (usar cronômetro ou ampulheta), a equipe desafiadora acertar a resposta, avança na trilha, com o seu peão, um número de casas que equivale ao número representante do nível de cognição sorteado (seção 5). Se não acertar ou extrapolar o tempo, passa a vez ao próximo jogador;
- h. Registrar o número de pontos obtidos com o acerto da resposta;
- i. Passar a vez ao próximo jogador;
- j. Se o próximo jogador quiser tentar ganhar 6 pontos numa só jogada, deve falar, antes de girar a roleta, a expressão “quero participar do desafio dos 6 pontos”. Se acertar, adianta seis casas no tabuleiro. Mas se errar, fica sem o direito de jogar na próxima rodada. Caso não queira participar do desafio dos seis pontos, deve girar o spinner na roleta, repetindo do c em diante;
- k. A equipe vencedora é aquela que chegar ao número 25 primeiro.

#### ATENÇÃO!

- Durante a participação de um jogador, os outros competidores apenas observam;
- Não é permitido qualquer som durante a competição. Os colegas de equipe do competidor podem pesquisar na internet com o celular, usá-lo para se comunicar com o colega jogador, ou usar papel para escrever a informação que deseja compartilhar. Se alguém se utilizar de qualquer som retira o direito de sua equipe em participar daquela rodada;

#### 5. Pontuação das questões ou número de casas percorridas pelo peão

- a. Nível de cognição – R – 1
- b. Nível de cognição – E – 2
- c. Nível de cognição – AP – 3
- d. Nível de cognição – AN – 4

- e. Nível de cognição – Av – 5
- f. Nível de cognição – C – 6

6. Nível de cognição das questões do jogo você é um astro ingênuo?(1)

Nível 1 - Recordar

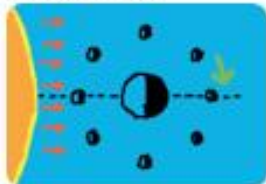
1. O que significa CTECA?



2. O que é um planetário?



3. Quais são as fases da Lua?



4. Liste os planetas que fazem parte do nosso Sistema Solar:



5. Observe a imagem a seguir e identifique a fase da Lua correspondente:



6. Observe a imagem a seguir e identifique a fase da Lua correspondente:



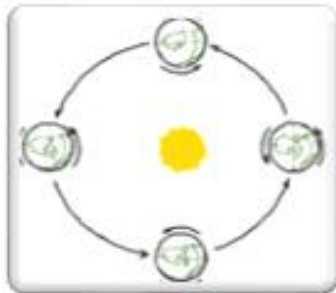
7. O que é um telescópio?



8. Defina Eclipse e liste os diferentes tipos:



9. Apresente os dois movimentos principais da Terra:



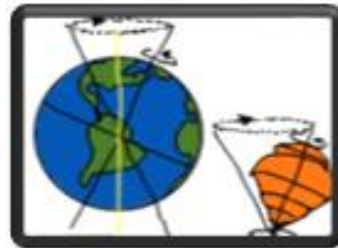
10. Que movimento da Terra interfere nas estações do ano?



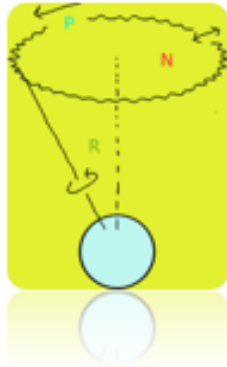
11. Que fenômeno terrestre, envolvendo o alinhamento entre o planeta e a Lua, interfere nos ciclos da agricultura?



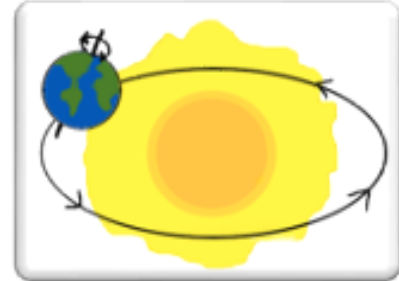
12. Nomeie o movimento que provoca a alteração na orientação do eixo de rotação da Terra em torno da órbita da mesma:



13. Defina Nutação:



3. Interprete a imagem para descobrir em qual região do planeta a estação climática é o verão:



Nível 2 – Entender

1. Explique a relação entre um dos movimentos da Terra, o dia e a noite:



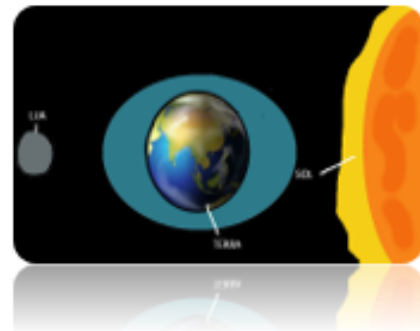
4. Explique a relação entre um dos movimentos da Terra e as estações do ano:



2. Interprete a imagem e identifique a estação do ano correspondente a cada trecho da figura (verde, rosa, laranja e azul):

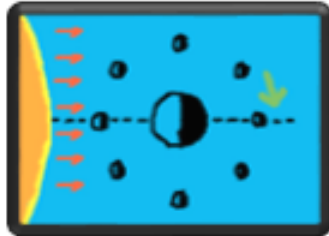


5. Explique o fenômeno observado na imagem, utilizando as interações entre os corpos celestes envolvidos:



## Nível 3 – Aplicar

1. Utilize o seu conhecimento sobre os movimentos de Rotação e Translação, a lanterna do seu celular, dois objetos de diferentes tamanhos e os colegas de equipe, para mostrar porque da Terra visualizamos sempre a mesma face da Lua:



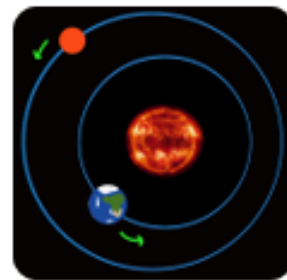
2. Faça um esboço do planeta Terra, representando o seu eixo de Rotação e seu movimento ao redor do Sol, para indicar nele a região do planeta em que a estação climática do ano local é o inverno:



3. Utilize o seu conhecimento sobre os movimentos de Rotação e Translação, a lanterna do seu celular, dois objetos de diferentes tamanhos e os colegas de equipe para demonstrar que na fase de Lua Nova a face oculta da Lua não é escura:



4. Execute, através de uma representação junto à sua equipe, os movimentos da Terra e de Marte ao redor do Sol, respeitando as suas velocidades:



5. Implemente uma pequena sequência que represente um eclipse, com a lanterna do seu celular, suas mãos e um pequeno objeto:

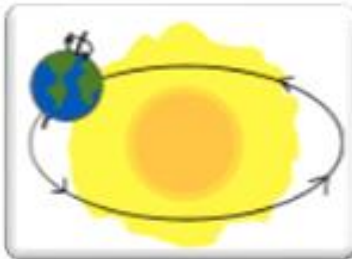


## Nível 4 - Analisar

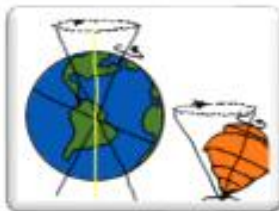
1. Compare as imagens e identifique aquela em que podemos observar o eclipse Solar.



2. Analise a imagem e identifique a região do planeta em que o clima local pode ser o inverno:



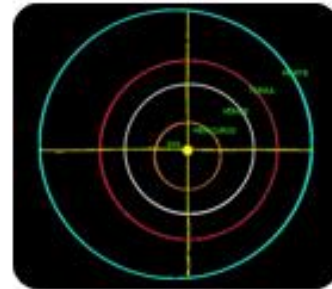
3. Analise a imagem e explique as possíveis causas para o movimento do eixo de rotação indicado pela setinha maior e também representado pelo movimento do pião:



4. Uma espaçonave precisa estar em órbita estacionária ao redor da Terra, ou seja, girar ao redor da mesma durante 24 horas. Para isso acontecer, a sua órbita deve estar contida num plano que passa pela linha do Equador ou num plano que passa pelos pólos?



5. Compare as órbitas dos planetas na imagem e apresente argumentos para indicar o planeta de maior velocidade orbital entre a Terra e Marte:

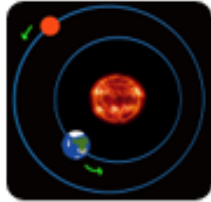


6. Diferencie a Nutação da Precessão:



## Nível 5 – Avaliar

1. Julgue a afirmação a seguir como verdadeira ou falsa: A Terra se aproxima de Marte porque sua velocidade é maior, já que a sua órbita está mais próxima do Sol"



2. Julgue a afirmação a seguir como verdadeira ou falsa: "A Nutação e a Precessão são movimentos do eixo de rotação da Terra, provocados pela interação entre a Terra, a Lua e o Sol."

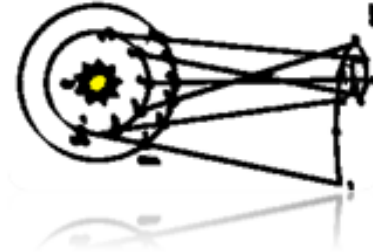
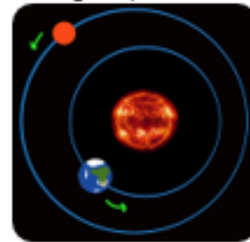


3. Era verão em Aracaju e Ana decidiu acampar, orientando a entrada da barraca para o oeste, um pouco mais à direita do que o faria se fosse inverno. É que ela desejava observar o por do Sol do interior da barraca. Critique a escolha de Ana:

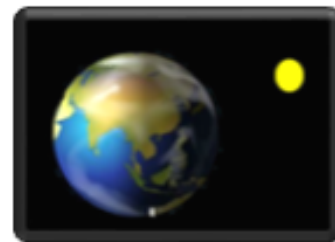


4. Julgue o texto a seguir, justificando a sua resposta:

O "movimento de laçada" de Marte pode ser visualizado a partir da Terra, porque os planetas não orbitam o Sol em sincronia. Quanto mais distante do Sol, maior é o período de translação de um planeta. Por esse motivo Marte parece estar sempre se aproximando da Terra (movimento retrógrado).



5. Julgue a afirmação a seguir, justificando a sua resposta: "A quantidade de movimento da Lua ao redor da Terra é constante, se considerarmos que a sua velocidade tem módulo constante".



7. Nível de cognição das questões do jogo você é um astro ingênuo?(2)

Nível 1 – Recordar

14. O que significa CCTECA?
15. O que significa ISS?
16. O que é um planetário:
17. Defina Microgravidade:
18. O que é um tour virtual?
19. A altitude é medida em relação a(o) \_\_\_\_\_
20. Cite dois conceitos que se relacionam no cálculo da Pressão:
21. Liste os conceitos que se relacionam no cálculo do módulo do Momento Linear:
22. Nomeie a grandeza que relaciona os conceitos distância percorrida e intervalo de tempo:
23. O que significa SAFER?
24. Defina pêndulo de Newton:
25. Cite a força que mantém a ISS em órbita terrestre:
26. Cite um exemplo de lixo espacial:

Nível 2 – Entender

7. Esclareça porque no movimento circular uniforme de um objeto, a Quantidade de Movimento do mesmo é variável:
8. Explique a relação entre a força gravitacional e a órbita da ISS ao redor da Terra:
9. Classifique o movimento da órbita da ISS como Retilíneo ou Curvilíneo, acelerada ou desacelerada:
10. Interprete a imagem a seguir, para explicar o que acontece com a velocidade da bola de tênis, durante a subida, após a colisão vertical com a bola de volei:



11. Interprete a imagem a seguir, para explicar as transformações de energia que ocorrem com a bola de tênis, durante a subida, após a colisão vertical com a bola de volei:



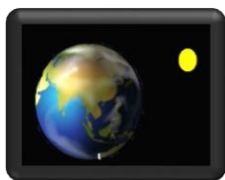
12. Explique o que significa a queda de pressão no interior da ISS, devido a um furo no lado russo da mesma:

Nível 3 – Aplicar

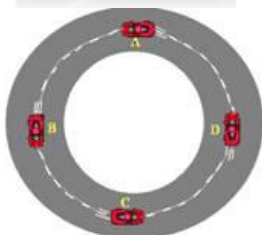
6. Utilize o conceito da quantidade de movimento para explicar a importância do air bag no carro, durante uma colisão:
7. Aplique o seu conhecimento sobre momento linear para demonstrar um exemplo experimental em que há a troca da quantidade de movimento:
8. Considere um motorista em seu carro com velocidade diferente de zero. Quem tem maior momento linear, o motorista ou o carro?
9. Execute, ou mostre como executaria, no Pêndulo de Newton, uma experiência em que haveria a troca de quantidade de movimento entre objetos de massas diferentes, de maneira a ser possível visualizar essa troca:
10. Apresente, através de uma encenação com a sua equipe, uma proposta em que o objeto, em movimento uniforme, possui momento linear variável.

Nível 4 – Analisar

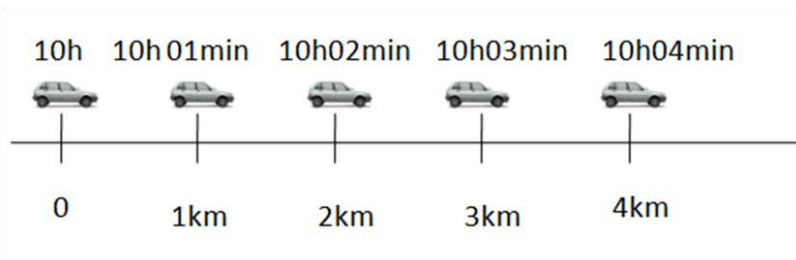
7. Diferencie Microgravidade e gravidade zero, para um sistema de referência inercial:
8. Diferencie direção e sentido de um movimento:
9. Analise as imagens e identifique a situação em que o momento linear do móvel é constante:



A Lua em órbita terrestre



Um carro na pista circular e velocidade de valor constante de 80km/h.



10. Quem tem maior quantidade de movimento, a Lua ou o astronauta que está na Lua? O astronauta na superfície da Terra ou o mesmo astronauta na Estação Espacial Internacional?
11. Quando as bolas de vôlei e de tênis são abandonadas simultaneamente, a partir de uma mesma altura, quem chega com maior velocidade ao chão, se for desprezada a resistência do ar?
12. Quando as bolas de vôlei e de tênis são abandonadas simultaneamente, a partir de uma mesma altura, quem chega com maior momento linear ao chão, se for desprezada a resistência do ar?

#### Nível 5 – Avaliar

6. Julgue a afirmação a seguir: “As consequências da colisão entre um objeto do lixo espacial e a ISS depende apenas da massa do lixo”.
7. A colisão entre um fragmento de lixo espacial e a ISS perfurou a superfície da mesma, causando a despressurização do seu interior. Justifique essa queda de pressão:
8. O astronauta saiu para fazer um reparo externo na ISS. Ao se afastar da mesma, para observar a extensão do furo na estação, percebeu que os propulsores do SAFER não funcionavam e que o cabo que o prendia à estação rompeu. Para volta, ele decidiu dar um impulso com os pés para o lado oposto da estação. Critique a decisão do astronauta:
9. Julgue a afirmação a seguir: “No experimento do Pêndulo de Newton, quando duas esferas de massas iguais eram abandonadas, uma esfera com o dobro da massa saía do lado oposto do experimento”.
10. Sob a ação da microgravidade a altura dos astronautas era maior do que na superfície da Terra. avalie essa afirmação:

#### Nível 6 – Criar

6. Elabore uma argumentação para explicar como o astronauta pode voltar à estação, depois que o cabo de segurança rompeu e que os propulsores do SAFER falharam:
7. Crie uma questão envolvendo os conceitos colisão, quantidade de movimento e energia, exigindo o nível de cognição da recordação:

8. Invente um exemplo do seu cotidiano em que o momento linear do móvel é constante:
9. Produza uma proposta de uma pequena encenação, com os componentes de sua equipe, em que apenas a direção do momento linear seja variável:
10. Crie uma proposta para a redução da força de impacto do motociclista com o chão, quando o mesmo cai de uma moto a alta velocidade:

As respostas das questões apresentadas por um jogador e sua equipe são abertas: há, a depender da questão, a possibilidade de mais de uma resposta diferente. É a turma, que, junto com as equipes participante e o tutor, avalia a resposta indicada. Essas respostas fazem parte de tudo o que foi trabalhado durante a apresentação do produto, logo estão nos textos, vídeos, experimentos, atividade de sala e pesquisa. Uma pequena parte das questões exige que os jogadores extrapolem o universo do contexto do produto (Astronomia), solicitando encenações, avaliação de afirmações e criação de novas questões. Trata-se de um jogo didático, específico para esta sequência.

## 8 RESPOSTAS DAS ATIVIDADES E AVALIAÇÕES

- Respostas da atividade de sala – Quantidade de movimento

### Questão 1

- c) A variação da quantidade de movimento da bola é igual a  $-0,4 \text{ kg.m/s}$ .
- d) considerando o sistema bola + cabeça do policial um sistema isolado, a quantidade total de movimento do sistema é constante. Se antes da batida a cabeça do policial estava parada, e a bola tinha quantidade de movimento igual a  $3,2 \text{ kg.m/s}$ , após a batida a bola passou a ter quantidade de movimento menor e igual a  $2,8 \text{ kg.m/s}$ . Logo a diferença, no valor de  $0,4 \text{ kg.m/s}$ , passou para a cabeça do policial.

### Questão 2

- o gráfico representa corretamente a quantidade de movimento da bola 2. Se ela estava em repouso antes da colisão, sua quantidade de movimento era inicialmente igual a zero. As bolas têm massas iguais. Segundo o princípio da conservação da quantidade de movimento, durante a colisão perfeitamente elástica o momento linear da bola 1 é transferido para a bola 2, e o momento linear da bola 2 é transferido para a bola 1. Logo a bola 2 sai da colisão com momento linear igual  $2 \text{ kg.m/s}$ .

### Questão 3

- O cálculo do momento linear de cada massa, antes da colisão, nos permite perceber que as massas 1 e 2 tinham valores iguais a  $20 \text{ kg.m/s}$  e  $-20 \text{ kg.m/s}$ , respectivamente. Considerando as massas como componentes de um sistema isolado, a quantidade de movimento total é igual a zero, e esse valor se mantém. Logo as massas terão velocidades iguais a zero após a colisão.

- Respostas da avaliação diagnóstica 01

5) d

6) b

7) e

8) a) Se o leitor considerar que a estrada é extensa em relação à moto, também deverá considerar que a moto é um corpo puntiforme em relação à estrada.

b) O motociclista e a moto têm a mesma velocidade, logo um está em repouso em relação ao outro.

5) 20 h.

6) A imagem responde à questão. Enquanto o 2011MD se aproxima da Terra a direção da sua velocidade muda, o asteroide faz uma curva.

7) O referencial na Terra, ao observar Marte, percebe que em um momento Marte se aproxima, e que em outro momento se afasta. Isso significa que a Terra se aproxima de Marte e depois ultrapassa o planeta, se afastando do mesmo. Para intervalos de tempo iguais as distâncias percorridas pela Terra são maiores. Logo sua velocidade é maior.

- Respostas da avaliação diagnóstica 02

5) c

6) b

7) e

8)

a) Como o motociclista e a moto têm velocidades iguais, terá maior momento linear o que tiver maior massa.

b) Ao percorrer o trecho curvo a direção da quantidade de movimento varia, logo a quantidade de movimento da moto ou do motociclista não é constante.

5) Ao se aproximar do planeta Terra, a força de atração entre o planeta e o asteroide faz com que o mesmo acelere.

6) Para um observador na Terra, durante um tempo Marte se aproxima, depois Marte se afasta. Isso porque, pela imagem a Terra alcança Marte e depois o ultrapassa. Significa que Marte inverte o sentido do movimento, possui movimento retrógrado.

7) c

- Respostas dos experimentos

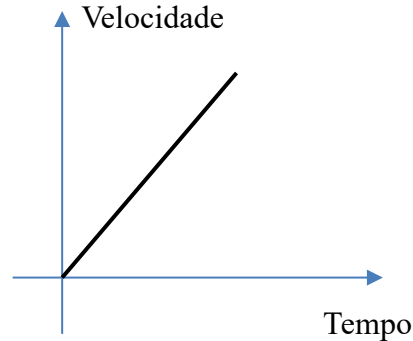
#### Experimento 1

O primeiro experimento trata da queda simultânea de uma bola de vôlei e uma bola de tênis, de uma mesma altura, simultaneamente. O objetivo é comparar as suas velocidades de queda e de subida, analisando as possíveis interferências.

Ao realizar o experimento, as equipes deverão perceber que as bolas chegam aproximadamente no mesmo instante ao chão, considerando que a resistência do ar sobre as bolas é desprezível (resposta da questão 1).

Com relação à questão 2, como as bolas foram abandonadas de uma mesma altura, a partir do repouso, e estão submetidas à mesma aceleração (aceleração da gravidade), a cada instante elas estarão a uma mesma altura e com a mesma velocidade.

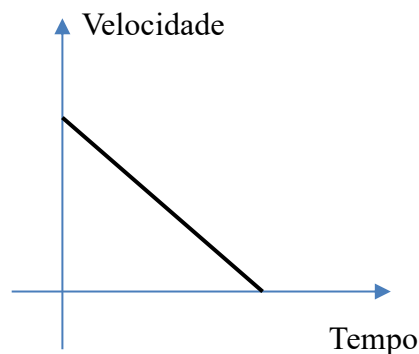
Na questão 3, os gráficos serão iguais, pelos motivos já explicados na resposta da segunda questão. A curva é obtida a partir da função horária da velocidade no movimento retilíneo uniformemente variado:



Para a questão 4, se no impacto forem desprezadas as perdas de energia de movimento das bolas, elas voltarão com velocidades iguais. As equipes deverão observar se as bolas sobem juntas e estão, a cada instante, a uma mesma altura. Caso a diferença de altura máxima atingida pelas bolas seja considerável, aquela que atingiu maior altura saiu do impacto com o chão com maior velocidade.

Na questão 5, temos que: como as bolas saem do chão com velocidades iguais, submetidas à mesma aceleração (da gravidade) e desprezada a resistência do ar, a velocidade de cada uma será igual à da outra no mesmo instante.

Usando a função da velocidade apresentada na questão 3 e lembrando que o movimento de subida é retardado, a curva para a velocidade em função do tempo, para a questão 6, seria:



## Experimento 2

O segundo experimento trata da queda simultânea de uma bola de vôlei e uma bola de tênis, uma sobre a outra. O objetivo é analisar a colisão entre as bolas, após atingirem o chão.

A resposta da questão 1 pode ser apresentada da seguinte forma: a bola de tênis percorre uma distância vertical ligeiramente menor do que a bola de vôlei, mas se desprezarmos essa diferença a velocidade com que as bolas chegam ao chão é a mesma, pelos motivos já

explicados no experimento 1: foram abandonadas de uma mesma altura, submetidas à mesma aceleração.

A resposta para as questões 2 a 5 está logo a seguir:

Se na colisão da bola de vôlei com o chão não houver perda de energia considerável, ela inicia a subida com a mesma velocidade com que atingiu o chão. Na subida ela colide com a bola de tênis e elas trocam quantidade de movimento entre si. As bolas têm a mesma velocidade no chão, mas a massa da bola de vôlei é maior, então a sua quantidade de movimento é maior. Ao colidir com a bola de tênis, e trocar quantidade de movimento (supondo o conjunto bolas vôlei + tênis um sistema isolado), a bola de tênis sai com a quantidade de movimento que a bola de vôlei tinha. Então ela começa a subida com velocidade maior do que a velocidade com que terminou a descida, e atingirá uma altura maior do que aquela da qual foi abandonada.

### Experimento 3

A colisão elástica é uma simulação hipotética, idealizada, mas algumas colisões em situações reais podem ser analisadas como elásticas. O pêndulo de Newton é um exemplo de experimento em que se pode observar a conservação da quantidade de movimento. Considerando o pêndulo de Newton com cinco esferas de metal, de mesma massa e diâmetro, se o sistema de esferas for isolado e as perdas de energia forem desprezadas, ao elevar a primeira esfera, esta transforma energia potencial gravitacional em energia cinética. Essa energia é transferida para as esferas vizinhas durante a colisão. A quantidade de movimento da massa elevada também é transferida de uma esfera para outra até a última esfera, que se eleva transformando energia cinética em potencial gravitacional, subindo a uma altura igual à da esfera abandonada inicialmente .

Se três esferas forem soltas de uma mesma altura, simultaneamente, as últimas três esferas se elevarão até uma altura igual àquela da qual as três primeiras foram soltas. O triplo da quantidade de movimento e da energia seria transferida nas colisões, porque essas grandezas são diretamente proporcionais à massa total das esferas abandonadas. Como o pêndulo de Newton tem cinco esferas, a do centro se movimentaria para os dois lados.

Na análise do experimento há aproximações a serem feitas. Considerando um sistema ideal, em que a colisão é perfeitamente elástica, e que durante a colisão o sistema é considerado isolado, na colisão frontal entre esferas de massas iguais haverá a troca de velocidades.

## 9 AJUSTES E CONSIDERAÇÕES

- Formação de equipes

Etapa optativa, nessa experiência a formação de equipes exigiu uma pesquisa prévia, com a turma, de alunos que tinham o perfil de liderança e de habilidade de organização e escrita. Nas aulas anteriores à aplicação do produto foi solicitado das turmas a indicação de oito colegas que tivessem o perfil de liderança, para ser coordenador. O coordenador precisa: respeitar os colegas e ser respeitado pelos parceiros de equipe; ser ágil na realização do trabalho, controlando o tempo; ajudar na realização do trabalho e exigir os resultados de todos para garantir a solução do problema.

As turmas também indicaram oito colegas que tivessem o perfil de escrivão, para participarem como secretários. O secretário precisa: ter uma letra legível e organizada; ser rápido na escrita e substituir o coordenador, em caso de necessidade. Se for necessário, o coordenador deverá substituir o secretário ou pedir que um dos componentes da equipe o faça.

Em seguida o tutor formou duplas com um coordenador e um secretário, e pediu que os outros colegas de turma formassem com eles equipes de até cinco alunos. Foi necessária a interferência do tutor, para evitar a formação de grupos em que a maioria dos colegas não tinha autonomia suficiente para iniciar o desenvolvimento dos trabalhos. Alguns alunos questionaram a formação dos grupos, resistindo ao fato de ter que cooperar com os colegas de maior dificuldade e preferindo trabalhar sozinhos. Outros alunos testemunharam a alegria de participar ativamente, tomando iniciativas no processo de aprendizagem.

Ao participar, junto à sua equipe, da construção de uma possível solução para a questão problema, o aluno: desenvolve a criatividade; o senso crítico e de equipe, de aprendizagem pela pesquisa, significativa e colaborativa; aprende agindo, fazendo e errando; aprende a aprender. Não podemos esquecer do desenvolvimento das relações interpessoais no ambiente colaborativo. Quando o aluno percebe que é importante para a equipe e contribui para o sucesso de todos, adquire maior autoestima.

- Tutorial PBL: APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

O vídeo tem ao todo 6min 50s. Considerou-se a possibilidade de que seria melhor dividi-lo em dois vídeos menores: Etapas da ABP - como participar e Estágios da ABP. Os vídeos curtos são melhor assimilados pelos alunos, sem cansá-los.

- Tutoriais – o trabalho em equipe

A dificuldade de organização no trabalho, em algumas equipes, foi evidente, porque os coordenadores queriam concentrar as atividades apenas sob sua responsabilidade ou não

queriam orientar os colegas. Houve equipe em que os componentes se acomodaram, esperando os resultados dos colegas, ou se isolaram, achando que não terminariam o trabalho.

- Mapas conceituais

Em todo o processo, a maior dificuldade das equipes esteve na construção dos mapas. Em duas das escolas os alunos não conheciam o mapa conceitual. Na terceira escola parte dos estudantes tinha o hábito de trabalhar com mapas mentais, e confundiram com os mapas conceituais. Os mapas mentais não exigem a relação entre conceitos, as conexões explicativas, a organização e hierarquia solicitadas pelos mapas conceituais. Foi necessário passar por um processo de desconstrução e construção de novas regras, o que provocou resistência por parte das equipes.

- O papel do tutor e a importância da ABP 02

É importante lembrar que o tutor precisa orientar as equipes no sentido de impedir que tomem um caminho equivocado durante os debates e na elaboração de uma proposta para a solução do problema. Na segunda ABP as equipes participaram com mais habilidade do que na ABP anterior, preenchendo as fichas durante o brainstorming. As hipóteses lançadas pelas equipes foram bem diversificadas, como por exemplo: “o astronauta volta nadando”; “o astronauta dá um impulso com o pé”; “é só jogar a mochila para trás”; “é só esperar um detrito espacial passar e pegar carona com ele”; “ele pede ajuda de outro astronauta da ISS pelo comunicador”; “precisa fazer um furo no traje para expulsar ar para o sentido contrário”.

- Aula de orientação e experimentação

Na quinta aula, entre a abertura (1º tutorial) e o fechamento (2º tutorial) da ABP 02, o tutor utilizou um momento para orientar as equipes. Os alunos precisavam aprender a pesquisar, identificar a fonte de pesquisa e registrar os resultados. Com relação aos mapas conceituais, precisavam entender a importância das conexões entre os conceitos e a sua hierarquia. Realizar experimentos guiados por vídeos e roteiros tornou a aula atraente para os alunos. Eles filmaram a realização dos experimentos das próprias equipes.

- Jogo Você é um astro ingênuo?

Foi um momento de muita descontração, participação e competição. Até encenações as equipes tiveram que fazer, para responder às questões exigidas pelas cartas. Além de avaliar a sua aprendizagem durante a aplicação do produto, continuaram a aprender durante o jogo, já que podiam trocar informações e pesquisar, utilizando a internet ou os livros didáticos.

O principal objetivo da aplicação desse produto era mostrar ao aluno que ele pode interagir e aprender pesquisando, ouvindo, fazendo, experimentando e ensinando. Como tivemos oito equipes em quase todas as turmas, uma rodada teve oito desafios a serem

realizados pelas equipes, o que demandou tempo. Em geral as turmas pediram para jogar novamente, ficando nos intervalos ou solicitando ao próximo professor um tempo de sua aula. A avaliação diagnóstica 2 teve que ser aplicada em uma aula extra, a nona aula.

É interessante acrescentar uma aula na aplicação desse produto, para a aplicação da avaliação diagnóstica 2, e se for necessário, outra aula para a realização de questões de cálculo sobre quantidade de movimento e conservação do momento linear.

O trabalho em equipe, se devidamente orientado, exige a troca de idéias, o respeito ao próximo, a responsabilidade na realização das tarefas e o compromisso na participação dos debates. Esse processo desenvolve nos alunos as habilidades necessárias para a resolução de problemas e a competência para usá-las em outros contextos. As relações interpessoais se desenvolvem, o aluno não se sente solitário ou desestimulado diante de maiores desafios. Estar lado a lado é uma maneira de estimular o aluno a não desistir do processo de aprendizagem, mas também a conviver em sociedade.

Se na Aprendizagem Baseada em Problemas(ABP) o estudante torna-se o centro do processo, responsável pelo seu aprendizado, o tutor é apenas o orientador. Ele não ensina o conceito. Uma característica importante, desenvolvida pelo estudante nesta metodologia de ensino, diz respeito a autonomia. Aprender a ser autônomo favorece o amadurecimento do estudante no mundo em que vive, mas, muitas vezes há o desconforto dos primeiros passos: aprender a criar estratégias para identificar os conceitos que deve pesquisar, a organizar os dados e a interagir. Outro aspecto importante trabalhado na ABP diz respeito ao fato de que o estudante tem a possibilidade de uma aprendizagem monitorada, pois estará sendo avaliado permanentemente, de maneira formativa.

É importante identificar os conceitos que podem ser desenvolvidos com a metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas. A formalidade matemática de alguns conceitos físicos solicita a interferência direta do professor, principalmente para o aluno que chega ao ensino médio. Nesse caso o professor pode associar outras metodologias ativas (centradas no aluno e na aprendizagem) ou ferramentas que exigem a interação entre os alunos. A aula tradicional (centrada no ensino e no professor) não consegue fazer com que os alunos interajam com o meio, utilizando o máximo de habilidades, quando comparada à aula que se utiliza da ABP. Ele precisa pensar, fazer, agir, errar, tendo a chance de descobrir porque errou. E fica menos doloroso errar quando está ao lado de outros que também erram, mas que, juntos, buscam uma solução.

Este produto associou outras ferramentas de ensino à ABP a e adaptou a sua aplicação, quando propôs a aula experimental entre os dois tutoriais da ABP 02 (aula 5). O tutor

apresentou orientações em forma de vídeo e roteiros para a realização de experimentos. Essa interferência foi vital para a verificação da importância de quantidade de movimento em colisões. Também foi proposta a aula de consolidação do conceito, em que se buscou no cotidiano do aluno situações interpretadas e descritas matematicamente com o resultado dessa aprendizagem.

Houve um receio inicial de que, sentindo-se “livres” no processo de levantamento de questões problema dos textos, escolha dos objetivos de pesquisa, argumentação e decisão, as equipes não conseguissem perceber a importância do conceito quantidade de movimento e sua conservação no contexto apresentado, ou no seu cotidiano. Mas o vídeo A Formação do Sistema Solar e da Terra, os dois textos, os experimentos, a aula de consolidação e o jogo são ferramentas de um conjunto que exigiu do aluno, de forma crescente, o desenvolvimento de conceitos relacionados ao estudo dos movimentos, e mais especificamente, de momento linear e sua conservação, no contexto da Astronomia.

Este produto tem um caráter modular, porque há etapas que são optativas: a formação das equipes pode ser livre; o tutor pode optar por não trabalhar com mapas conceituais e, com isso, não precisa apresentar o tutorial; a primeira ABP apresenta características dos movimentos no contexto da Astronomia, mas não trabalha especificamente com quantidade de movimento, então o tutor tem a liberdade de não aplicar a primeira ABP, o que lhe permitiria utilizar duas aulas a menos, ou usá-las para trabalhar mais qualquer outra etapa do produto, como por exemplo, exercitar mais questões de cálculo.

A análise e comparação dos resultados das avaliações diagnósticas, na seção 4.5.1, mostrou que é possível aprender o conceito da quantidade de movimento e sua conservação, utilizando a sequência didática proposta. Na aplicação da avaliação diagnóstica 02 houve uma evasão de 5,5% a 27% dos alunos da rede particular, e de 38,1% a 47,4% dos alunos da rede pública. Os motivos para essa evasão foram explicados na subseção 4.5.1.2. É de se esperar que, se a evasão fosse menor, durante toda a aplicação do produto, como aconteceu na rede pública, os resultados fossem ainda melhores.

É importante lembrar que algumas turmas têm um maior número de alunos com necessidades especiais (déficit de atenção, síndrome de down, autismo e outros), e isso faz com que a diferença nos resultados da avaliação seja maior. No caso da rede particular os alunos ainda não tinham visto as leis de Kepler. A professora das turmas da rede pública afirmou que os alunos já tinham visto esse assunto, o que ajudou na parte de uma ou duas questões da avaliação.

A aplicação do produto na rede pública foi de fundamental importância para verificar a aplicabilidade do mesmo por outro professor ou na escola da rede pública. O material foi compartilhado com a professora Jéssica através do dropbox e ela se comunicou para tirar algumas dúvidas de procedimentos. A necessidade de Jéssica, em tirar algumas dúvidas de procedimento, estimulou a elaboração de orientações mais detalhadas para a aplicação das três primeiras aulas. Ela está no produto (ANEXO B). Apenas para observar, o autor deste produto participou das duas primeiras aulas de aplicação na rede pública. Observou-se uma resistência à formação de equipes conforme as orientações do produto, a professora teve que se adaptar à situação porque havia colegas que não queriam se separar.

Na análise final da aplicação do produto, foi feita a seguinte pergunta à Jéssica: “Se você fosse aplicar esse produto novamente, o que mudaria?”. A professora respondeu: “eu mudaria a minha postura. Seria mais dura, como de fato estou sendo este ano.”; “no produto eu creio que não precisa mudar nada”; “o que eu mudei foi o tempo de aplicação, que foi maior, como eu te disse, pois a pesquisa na internet foi feita em sala”; “e a aula sobre os conceitos, aquela que tinha algumas questões pra resolver, eu daria mais uma aula pra que eles tivessem mais tempo para pensar.

A realização dos experimentos seguindo os roteiros, as atividades da aula de consolidação e a participação no jogo (Você é um astro ingênuo?) exigiu do aluno a busca de conceitos prévios e o desenvolvimento de novos conceitos e habilidades. De uma aula para outra, as equipes foram aprofundando as observações e transpondo o contexto apresentado. O jogo conseguiu, com bastante sucesso, aproximar ainda mais os colegas de equipe. Todos se envolveram no processo de comunicação, com a intenção de competir e vencer. Essas três ferramentas permitem que o aluno trabalhe a sua memória de longo prazo, mas o jogo, segundo os alunos, “facilita a aprendizagem e é mais divertido”.

A pergunta que fica, diante dessa afirmação, é: que conceitos físicos podem ser trabalhados com a ABP? É claro que neste produto ela sofreu adaptações, necessárias ao perfil dos jovens da primeira série do ensino médio...

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, R. **Eclipse lunar**. [s.l.]. Linha Astral, 7 ago. 2017. Disponível em: <https://www.linha-astral.com.br/eclipse-lunar-7-agosto-2017/>. Acesso em: 18 abr. 2018.
- ALEMDOCOSMOS. **Formação do sistema solar e da Terra**. [s.l.]. YouTube, 14 ago. 2013. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=QIoEcy2bhNI>. Acesso em: 20 jul. 2018.
- Asteroide 2011 md passa pela Terra. **Blog do astrônomo**, 28 jun. 2011. Disponível em: <https://blogdoastronomo.wordpress.com/2011/06/28/asteroide-2011-md-passa-pela-terra/>. Acesso em: 9 mar. 2018.
- ASTRONOO. **Simulador 3D, posições dos asteróides**. [s.l.]. Atualizado em: 24 out. 2013. Disponível em: <https://bit.ly/2Qijf6j>. Acesso em: 10 jun. 2018.
- AVION, D. **Freud, S (1914): Recordar, repetir, reelaborar**. Todo a pulsion, 29 jul. 2015. Disponível em: <http://todoapulsion.blogspot.com/2015/07/freud-s-1914-recordar-repetir-reelaborar.html>. Acesso em: 18 abr. 2018.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996, 314p.
- Banco de questões. **Super Professor**. Disponível em: [https://www.sprweb.com.br/mod\\_superpro/index.php](https://www.sprweb.com.br/mod_superpro/index.php). Acesso em 12 fev. 2018.
- BERBEL, N. N.: Problematization and Problem-Based Learning: different words or different ways? **Interface — Comunicação, Saúde, Educação**, v. 2, n. 2, 1998.
- BRASIL, Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+). **Ciências da natureza e matemática e suas tecnologias**. v. 2, Brasília: MEC, 2006. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book\\_volume\\_02\\_internet.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf)
- CAMTASIA. **Software editor de vídeo camtasia studio**. [s.d.] Disponível em: <https://www.techsmith.com/video-editor.html>. Acesso em: 3 jul. 2018.
- Dia do motociclista – 27 de julho. **Colégio Web**, 25 nov. 2016. Fonte: disponível em: <https://www.colegioweb.com.br/julho/dia-do-motociclista-27-de-julho.html>. Acesso em 09/03/2018.
- Eclipse solar. **Significados**, 16 jan. 2018. Disponível em: <https://www.significados.com.br/eclipse-solar/>. Acesso em: 18 abr. 2018.
- Estações do ano. **Pixabay**, [s.d.]. Disponível em: <https://pixabay.com/pt/vectors/esta%C3%A7%C3%B5es-do-ano-ano-%C3%A1rvore-natureza-2019523/>. Acesso em 15 abr. 2018.
- FERRAZ, A. P. D. C. M.; BELHOT, R. V. **Taxonomia de Bloom**: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. *Gest. Prod.* [online], v.17, n.2, p.421-431, 2010.

Física em classe. **Os 50 anos da exploração de Marte e a recente descoberta de água no estado líquido.** Disponível em: <http://fisicaemclasse.blogspot.com/2015/10/os-50-anos-da-exploracao-de-marte-e.html>. Acesso em: 20 fev. 2018.

FORSYTHE, G. **Bloom's Cognitive Taxonomy Circle.** Flickr, 3 nov. 2014. Disponível em: <https://www.flickr.com/photos/gforsythe/15702021271/in/photostream/>. Acesso em: 20 abr. 2018.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido.** São Paulo: Paz e Terra, 2017.

GALILEU. **Buraco em Estação Espacial foi feito de propósito, dizem russos.** Editora Globo S/A, 5 set. 2018. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2018/09/buraco-em-estacao-espacial-foi-feito-de-proposito-dizem-russos.html>. Acesso em: 5 set. 2018.

GIMP. Downloads, 2018. Disponível em: <https://www.gimp.org>. Acesso em: 18 abr. 2018.

IHMC CmapTools. **Programa de elaboração gráfica de Mapas Conceituais.** Atualizado em 2018. Disponível em: <https://www.baixaki.com.br/download/cmaptools.htm>. Acesso em: 15 fev. 2018.

LEITE, A. **Orla pôr do sol.** Facebook/MTéSERGIPE, 16 maio 2014. Disponível em: <http://sergipeemfotos.blogspot.com/2014/05/orla-por-do-sol-em-aracaju-stand-up.html>. Acesso em 15 abr. 2018.

LRO. **Moon Phases 2016.** Disponível em: <https://go.nasa.gov/2xMg2VP>. Acesso em: 10 jun. 2018.

MEIRIEU, P. **A pedagogia entre o dizer e o fazer: a coragem de começar.** Tradução Fátima Murad. Porto Alegre: Artmed, 2002.

MOREIRA, M. A.; CABALLERO, M. C.; RODRIGUEZ, M. L. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. In: **Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo:** actas. Burgos, España, 15-19 de sep., 1997.

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. **Revista Chilena de Educación Científica**, 2005, vol. 4, n. 2, p. 38-44. Revisado em 2012.

MULTIMEDIA. **Tour virtual na ISS.** [s.d.]. Disponível em: <http://esamultimedia.esa.int/multimedia/virtual-tour-iss/>. Acesso em 5 jun. 2018.

MUNHOZ, A. S.. **ABP - Aprendizagem Baseada em Problemas:** ferramenta de apoio ao docente no processo de ensino e aprendizagem. São Paulo: Cengage Learning, 2015.

NEXO JORNAL. **Como funciona a influência da Lua na marés.** 2017. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=sYss-N7EnEw>. Acesso em: 8 maio 2018.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprender a aprender.** New York-USA: departamento de Educação, New York State College of Agriculture and Life Sciences, Cornell University, 1984.

NUSCA, A. **International space station to fall into ocean in 2020**. ZDNet, 27 jul. 2011. Disponível em: <https://www.zdnet.com/article/international-space-station-to-fall-into-ocean-in-2020/>. Acesso em: 8 maio 2018.

OLIVEIRA FILHO, K. S.; SARAIVA, M. F. O. **Movimento dos planetas**. Astronomia e Astrofísica, 21 ago. 2006. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/p1/p1.htm>. Acesso em: 20 abr. 2018.

PENA, R. F. A. **Movimentos da Terra**; Brasil Escola [s.d.]. Disponível em <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/movimentos-terra.htm>. Acesso em: 05 de out. 2018.

PONTOCIÊNCIA. **Pontociência - Brincando com o Pêndulo de Newton**. YouTube, 2010. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=tG65CGR1adU>. Acesso em 10 jun. 2018.

PROJETO FÍSICA. **Gráfico das posições do movimento retrógrado orbital do planeta Marte**. Fundação Calouste Gulbenkian, 1980. Adaptado. Disponível em: [http://professorbiriba.com.br/boilerplate/html/primeiro\\_ano/fasciculo1/nivel-verde/pagina19-verde.html](http://professorbiriba.com.br/boilerplate/html/primeiro_ano/fasciculo1/nivel-verde/pagina19-verde.html). Acesso em 5 maio 2018.

RAINE, D.; SYMONS, S. **PossibiLities: a practice guide to Problem-Based Learning in Physics and Astronomy**. The Higher Education Academy Physical Sciences Centre Publications, Hull-UK. 2005. ISBN

RIBEIRO, L.R.C. **Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL): uma experiência no ensino superior**. São Carlos: EdUFSCar, 2010.

RODRIGUES; SCARANO JR. **PBL: Aprendizagem Baseada em Problemas**. Astutos – UFS. You Tube, 10 jul. 2019. Disponível em: <https://youtu.be/w7KVDHioID4> e em <https://youtu.be/w7KVDHioID4?t=193>. Acesso em 10 jul. 2019a.

RODRIGUES; SCARANO JR. **Mapas Conceituais e o Cmap Tools**. Astutos – UFS. You Tube, 10 jul. 2019. Disponível em: <https://youtu.be/YBQBpk6wBKs>. Acesso em 10 jul. 2019b.

RODRIGUES; SCARANO JR. **Experimento sobre Transferência de Quantidade de Movimento**. Astutos – UFS. You Tube, 12 jul. 2019. Disponível em: <https://youtu.be/FdzyehP--gk>. Acesso em 12 jul. 2019c.

SARAIVA, M. F. O.; OLIVEIRA FILHO. **Nutação e precessão**, modificado em 17 set. 2016. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/fordif/node8.htm>. Acesso em: 18 abr. 2018.

SILVA JUNIOR, J. S. **Pêndulo de Newton**. [s.d.]. Disponível em: <https://alunosonline.uol.com.br/fisica/pendulo-newton.html>. Acesso em: 20 mar. 2018.

SOUSA, A. M. O. P.; ALVES, R. R. N. A neurociência na formação dos educadores e sua contribuição no processo de aprendizagem. **Revista Pedagogia**, ano 105, v. 34, p. 320-331, 2017.

SOUZA, S. C.; DOURADO, L. **Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo**. HOLOS [online], maio 2015. Disponível

em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=481547288017>. ISSN 1518-1634. Acesso em 25 fev. 2019.

Tudoparaoprofessor. **Movimentos da Terra**. YouTube, 2013. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=QyXxDXp0udM>. Acesso em: 5 out. 2018.

UBIIE. **Órbita da Terra já acumula 7,5 mil toneladas de sucata**. 30 abr. 2018. Disponível em: <https://www.ubiie.com/2018/04/30/orbita-da-terra-ja-acumula-75-mil-toneladas-de-sucata/>. Acesso em: 08 maio 2018.

WP. **Planets2008**. Wikimedia Commons, 19 fev. 2013. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=45707916>. Acesso em: 19 abr. 2018.