

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



Polo 31- Juazeiro do Norte - CE

## **ASTRONOMIA NO ENSINO FUNDAMENTAL POR MEIO DO MÉTODO PEER INSTRUCTION E O USO DE VIDEOS AULAS: EM BUSCA DE UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Cicero Jackson Pinheiro Beserra

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Regional do Cariri, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador(es):  
Prof. Dr. Antônio Carlos Alonge Ramos  
Prof. Dra. Noélia Souza dos Santos

JUAZEIRO DO NORTE - CE  
2021

**ASTRONOMIA NO ENSINO FUNDAMENTAL POR MEIO DO  
MÉTODO PEER INSTRUCTION E O USO DE VIDEOS AULAS:  
EM BUSCA DE UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Cicero Jackson Pinheiro Beserra

Orientador(es):  
Prof. Dr. Antonio Carlos Alonge Ramos  
Prof. Dra. Noélia Souza dos Santos

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Regional do Cariri- URCA, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

---

Dr. Antônio Carlos Alonge Ramos  
(Orientador/ UFCA)

---

Dra. Noélia Souza dos Santos  
(Coorientadora/ UFCA)

---

Dr. Ives Solano Araújo  
(Avaliador Externo/ UFRGS)

---

Dr. Job Saraiva Furtado Neto  
(Membro interno/ UFCA)

Juazeiro do Norte/ Agosto 2021

## MODELO DE FICHA CATALOGRÁFICA

Bxxxxp	<p>Beserra, Cicero Jackson Pinheiro, 2017 - Astronomia: Peer Instruction Astronomia S / Cicero Jackson Pinheiro Beserra – Juazeiro do Norte: URCA / CE, 2017. viii, 77 f.: il.;30cm.</p> <p><b>Orientador:</b> Prof. Dr. Antônio Carlos Alonge Ramos <b>Co-Orientador:</b> Prof. Dra. Noélia Souza dos Santos Dissertação (mestrado) – URPCA/ Departamento de Física / Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2017.</p> <p>Referências Bibliográficas: f. 74-77. 1. Ensino de Física. 2. Astronomia. 3. Peer Instruction</p> <p>I. Cicero Jackson Pinheiro Beserra. II. Universidade Regional do Cariri, Departamento de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. III. Peer Instruction Astronomia: Conceitos e Demonstrações.</p>
--------	--

Dedico:

À linda e pequena Helena e a meu  
lindo rapaz Gabriel, meus filhos  
amados;

A Tatiana, minha companheira;

A Ivonilde, minha amada mãe;

A Francisco, meu pai;

Aos irmãos Jaqueline e Jarbas;

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por tão infinita bondade e sabedoria e por conceder a nossa existência.

A Helena e Gabriel, meus filhos, que vivenciaram esta empreitada da minha vida, sempre me apoiando com um sorriso e um beijo, nos momentos que fraquejei e tentei desistir na construção do texto.

Ao Professor Dr. Antônio Carlos Alonge Ramos da UFCA, meu orientador, que com sua sabedoria, paciência, simplicidade e experiência me ajudou tanto. Agradeço ao seu apoio para que eu pudesse transpor as minhas limitações na pesquisa científica.

A Professora Dra. Noélia Souza dos Santos, coorientador que tanto ajudou-me neste trabalho, ao contribuir diretamente na sua execução, sem mencionar seu carinho e atenção que sempre teve comigo, realizando uma análise atenta do capítulo de Astronomia, clareando de forma serena elementos teórico-metodológicos para o aperfeiçoamento do trabalho e norteando encaminhamentos para a continuidade desta investigação de forma mais refinada e aprofundada.

Ao Professor Prof. Dr. Cláudio Rejane da Silva Dantas da URCA, meu coordenador do curso do Mestrado, que com sua sabedoria, paciência, simplicidade e experiência ajudou-me tanto. Agradeço ao seu apoio para retornar e concluir o mestrado, por ter confiado em mim e tanto ter me ajudado, o meu sincero agradecimento.

Ao professor Dr. Marco Antônio Moreira, por ter idealizado e concretizado este mestrado em polos pela SBF, e por ter contribuído diretamente com seu imenso conhecimento em ensino de Física, o qual ajudou a dezenas de professores de física que como eu sempre almejavam realizar um mestrado.

A todos os professores que tanto me ajudam e deram sua grandiosa contribuição para o meu crescimento: são insuficientes as palavras para agradecer-los por terem dividido uma parte do seu conhecimento. Não se pode citar apenas um professor, pois todos ajudaram nesta caminhada, mediante incentivos dados no percurso e importantes contribuições nas discussões dos saberes das disciplinas.

Aos amigos do mestrado: Alan, Airton, Janailson, Jaqueline, Paulo (in memorian) Robson, Wilky e João, turma do polo 07 (Garanhuns), da UFRPE (Universidade Federal Rural de Pernambuco). André, Ana, Ramon, Romeu, Marculino, Josniel, Clécio, Jônio, Daniela e Laurindo, turma do polo 31 (Juazeiro do Norte), da URCA (Universidade Regional do Cariri), verdadeiros amigos que encontrei na travessia. Estenderam a mão para que eu pudesse atravessar com segurança essa ponte.

Agradeço aos alunos que participaram da pesquisa. Sem esses colaboradores, não seria possível a continuidade do trabalho. Grato também por sua confiança em

externar seus pensamentos para que pudesse interpretá-los. Este trabalho está imbuído de fragmentos de suas vidas e concepções relevantes.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da URCA, na figura do Coordenador, Professor Dr. Cláudio Rejane da Silva Dantas, que tanto faz e coordena este mestrado, e que de forma organizada contribuiu para que a formação acontecesse, além de seu caráter humanizador, demonstrado quando me ajudou acreditando e confiando no meu trabalho.

Agradeço a oportunidade e por ser responsável pela concretização deste sonho.

A minha sincera gratidão a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização deste projeto de vida.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior- Brasil (CAPES) - Código de financiamento 001.

## LISTA DE SIGLAS

PI – Peer Instruction

JiT – Just-in-Time Teaching,

EsM - Ensino sob medida

UCA – Um Computador por Aluno" (UCA

URCA – Universidade Regional do Cariri

UFCA – Universidade Federal do Ceará

AO – Objeto de Aprendizagem

SEDUC/CE - Secretaria de Educação do Estado do Ceará

CREDE- Centro Regional de Educação e Desenvolvimento da Estudantil

MEC - Ministério da Educação e Cultura

SEB - Secretaria de Educação Básica

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação de interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos. Adaptado de (NOVAK, 1977).....	25
Figura 2: Fluxograma do Peer Instruction (MAZUR, 1997). .....	36
Figura 3: Distância do Sol a Terra e a Lua – Fonte do Autor.....	41
Figura 4: Observatório Astronômico do Sertão de Itaparica (OASI) – Foto do Autor.....	47
Figura 5: Componentes de um cometa < <a href="http://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/Aula10-122.pdf">http://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/Aula10-122.pdf</a> > Pesquisado em 12/07/2019 às 16:35. ....	48
Figura 6: Teoria Geocentrista – < <a href="https://brasilecola.uol.com.br/geografia/geocentrismo-heliocentrismo.htm">https://brasilecola.uol.com.br/geografia/geocentrismo-heliocentrismo.htm</a> >. Pesquisado em 12/07/2019 às 16:26. ....	54
Figura 7: Modelo de Ptolomeu para as trajetória de um planeta, como Marte, em torna da Terra.....	55
Figura 8: Os epiciclos de Ptolomeu - Livro ABCD da astronomia e astrofísica pág 42. .....	56
Figura 9: Movimento Retrógrado de Marte - Livro ABCD da astronomia e astrofísica pág 43.....	58
Figura 10: Órbita planetária da 1ª Lei de Kepler. – Fonte: < <a href="https://www.infoescola.com/astrofísica/leis-de-kepler/">https://www.infoescola.com/astrofísica/leis-de-kepler/</a> , pesquisado em 20-07-2020 .....	59
Figura 11: Elipse mostrando a excentricidade – Fonte do autor .....	59
Figura 12: < <a href="http://osfundamentosdafisica.blogspot.com/2016/11/cursos-do-blog-mecanica_21.html">http://osfundamentosdafisica.blogspot.com/2016/11/cursos-do-blog-mecanica_21.html</a> > pesquisado em 18 de Nov /2019 as 21:35 .....	60
Figura 13: Elipse .....	62
Figura 14: Força Central. (Curso de física 1 – H. Moysés Nussenzveig p. 137) .....	67
Figura 15: Interação entre duas partículas (Curso de física 1 – H. Moysés Nussenzveig p. 217).....	68
Figura 16: Área varrida. (Curso de física 1 – H. Moysés Nussenzveig p. 233).....	69
Figura 17: Planeta em órbita do Sol. – fonte do autor .....	70
Figura 18: Flash Cards: Alternativas de A à D. Figura do Autor.....	74
Figura 19: Flash Cards sendo utilizados. (Foto do Autor).....	75
Figura 20: O cálculo da porcentagem da uma questão. (foto do Autor).....	75
Figura 21: Breve explanação. (foto do Autor) .....	76
Figura 22: Vídeo aula Sistema solar (foto do Autor).....	77
Figura 23: Canal do Youtube do Autor (foto do Autor) .....	77
Figura 24: Protocolo do Peer Instruction e cálculo da Percentagem de acertos (Foto do Autor).....	80
Figura 25: Apresentação do conteúdo sistema solar (foto do Autor).....	83
Figura 26: Um recorte do cálculo da percentagem de uma questão - Foto do Autor.....	85
Figura 27: Apresentação do conteúdo. Os planetas. (Foto do Autor).....	87
Figura 28: Cubo sendo confeccionado pelos alunos. (foto do Autor) .....	89
Figura 29: O sistema solar visto em 3D pelos alunos. (foto do Autor).....	90

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características dos planetas do sistema solar. (kepler 2003, p.138).....	44
Tabela 2: Tabela 2: A tabela compara raios médios das órbitas planetárias (em U.A.) obtidos por Copérnico com valores aceitos atualmente. Livro Curso de Física Básica 1 pág. 191 .....	56
Tabela 3: Órbitas elípticas. Curso de Física Básica – Vol. 1. Mecânica. Herch Moysés Nussenzveig, pg. 194.....	60
Tabela 4: A tabela compara raios médios das órbitas planetárias (em U.A.) obtidos por Copérnico com valores aceitos atualmente. Livro Curso de Física Básica 1 pág. 191. Inserir no final da tabela.....	61
Tabela 5: Descrição resumida das aulas. ....	80

## RESUMO

Neste trabalho investigamos o uso da **estratégia** de ensino Peer Instruction (PI) no ensino de física com o interesse de introduzir conhecimentos de Astronomia (estudo do sistema solar) integrando recursos de vídeos aulas. Esta abordagem é considerada como uma metodologia ativa que estimula a aprendizagem interativa e participativa dos estudantes. Foi desenvolvido uma intervenção com 39 estudantes do 9º ano do ensino fundamental de uma escola pública municipal de Juazeiro do Norte, CE. O PI é um método que visa estimular os alunos a estudarem previamente, através das fontes primárias como textos e vídeos aulas antes do encontro com os colegas e o professor. Adotamos a Teoria da Aprendizagem Significativa como referencial teórico pois valoriza os saberes prévios dos alunos e destaca a importância da predisposição para o querer aprender como princípios fundamentais. O PI é um método que busca tirar o foco do professor e transferir para os estudantes. Dentro de uma perspectiva qualitativa usamos registros de observação e uso de questionários para capturar dados relevantes durante uma intervenção de aproximadamente 6 encontros para as análises das informações. Uma das explicações possíveis para os resultados positivos foi o ambiente de cooperação desenvolvido quando os alunos estudaram em grupo e discutiram os temas relacionados sobre o assunto em estudo. Além disso, depois de responderem uma questão (e errar), o aluno tornava-se mais propício e aberto para ouvir tanto o professor quanto seus colegas. Como um resultado importante percebido no uso da estratégia foi a percepção do encorajamento dos estudantes para o investimento em seus estudos. O estudo de assuntos da Astronomia revelou ser uma área que desperta bastante interesse e curiosidade dos estudantes já no ensino fundamental.

Palavras-chave: Peer Instruction, Astronomia, Metodologias Ativas.

## ABSTRACT

In this work we investigate the use of the Peer Instruction (PI) teaching strategy in the teaching of physics with the interest of introducing knowledge of Astronomy (study of the solar system) by integrating video classes resources. This approach is considered to be an active methodology that encourages interactive and participatory learning of students. An intervention was developed with 39 students from the 9th grade of elementary school of a municipal public school in Juazeiro do Norte, CE. We adopt the Theory of Meaningful Learning as a theoretical framework as it values the students' prior knowledge and highlights the importance of willingness to want to learn as fundamental principles. The PI is a method that aims to encourage students to study in advance, through primary sources such as texts and videos in classes before meeting with colleagues and the teacher. PI is a method that seeks to shift the focus away from the teacher and transfer it to the students. Within a qualitative perspective, we used observation records and questionnaires to capture relevant data during an intervention of approximately 6 meetings for the analysis of information. One of the possible explanations for the positive results was the cooperation environment developed when students studied in groups and discussed related topics on the subject under study. Furthermore, after answering a question (and making a mistake), the student became more propitious and open to listening to both the teacher and their peers. As an important result perceived in the use of the strategy was the perception of the students' encouragement to invest in their studies. The study of Astronomy subjects revealed to be an area that arouses a lot of interest and curiosity from students already in elementary school.

Keywords: Peer Instruction, **Astronomia**, **Metodologias Ativas**

## Sumário

PRIMEIRAS PALAVRAS.....	12
1 INTRODUÇÃO.....	15
2 O USO DE VÍDEOS COMO OBJETOS DE APRENDIZAGEM E SOCIALIZAÇÃO NA INTERNET POR MEIO DO YOUTUBE.....	20
3. TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E AS TICS PARA O ENSINO DE FÍSICA.....	24
3.1 A Teoria da Aprendizagem Significativa.....	24
3.2 As TICS na visão de Pierre Levy.....	27
3.2.1 <i>A metáfora do hipertexto de acordo com Pierre Levy</i> .....	29
3.2.2 <i>A política das interfaces de acordo com Pierre Levy</i> .....	30
3.2.3 <i>A informática e a rede digital</i> .....	31
3.2.4 <i>O conhecimento por simulação, som e imagem</i> .....	32
3.2.5 <i>A ecologia cognitiva</i> .....	33
4 O MÉTODO PEER INSTRUCTION NO ENSINO DE FÍSICA.....	35
5 ASTRONOMIA: ESTUDO DO SISTEMA SOLAR EM SUA DIMENSÃO HISTÓRICA.....	40
5.1 Um breve relato histórico sobre Astronomia.....	40
5.2 Sistema Solar.....	42
5.2.1 <i>Objetos do Sistema Solar</i> .....	42
5.2.2 – <i>Objetos do Sistema Solar:</i> .....	48
5.2.3 <i>Modelos do Sistema Solar</i> .....	54
5.3 Leis de Kepler.....	58
5.4 Gravitação Newtoniana.....	65
5.4.1 <i>A Lei de Força</i> .....	65
5.4.2 <i>Propriedades da Força Central</i> .....	67
5.4.3 <i>A força gravitacional e as leis de Kepler</i> .....	69
6 METODOLOGIA DA INVESTIGAÇÃO.....	73
6.1 O contexto escola e organização dos horários de intervenção.....	73
6.2 Planejamento da sequência de ensino focando a aplicação do Peer Instrucion....	74
6.2.1 <i>Cartões respostas e coleta de dados em sala</i> .....	74
6.2.2 <i>Exposição de aula: Estudo do sistema solar</i> .....	76
6.2.3 <i>Uso de vídeos aulas</i> .....	76
6.2.4 <i>Resolução de problemas com uso do Peer Instrucion</i> .....	77
6.2.5 <i>Problematizando o conteúdo do programa por meio do Peer Instrucion</i> ....	80
7. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	82
7.1 Apresentação da proposta aos alunos.....	82
7.2 Explicação do conteúdo “O Sistema Solar” para os estudantes e resolução de problemas por meio do Peer Instrucion.....	83
7.3 Estudos realizados em casa por meio de vídeos aulas.....	90
7.4 Uma escuta aos alunos sobre a estratégia usada.....	91
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	94
Apêndice A: Produto Educacional.....	98

## PRIMEIRAS PALAVRAS

As primeiras experiências como professor, em regime temporário, começam no ano de 1996, lotado na escola de Ensino médio Padre Murilo de Sá Barreto, na cidade de Juazeiro do Norte, CE. Na época, lecionava para as turmas do 2 e 3 anos do ensino médio. Como não possuía ainda a habilitação para o ensino, não possuía um curso de licenciatura, cursava o segundo semestre do curso de Engenharia de Produção Mecânica oferecido pela Universidade Regional do Cariri (URCA). Devido a carência de professores, nas escolas, a Secretaria de Educação contratava profissionais de áreas afins e aceitavam estudantes que faziam a graduação. Sempre tive afinidade com as disciplinas de Matemática e Física e foi justamente as disciplinas que sempre lecionei. No ano de 1997 fiz o concurso para professor de ciências da prefeitura municipal de Juazeiro do Norte, passando fui ensinar matemática e ciências do 9º ano. Inicialmente não tinha habilitação para ensinar, assumi o concurso, com uma ressalva de me habilitar. Minha vida tinha tomado um rumo que inicialmente não era o pretendido e fui me apaixonando pelo magistério, paixão que herdei de minha matriarca que também lecionava matemática nos anos iniciais do ensino fundamental.

Diante das primeiras experiências docente, senti a necessidade de adquirir uma formação em licenciatura, precisava agora, qualificar-me nesta área, agora em licenciatura, pois o curso que concluí, no ano de 1999 era Bacharel em Engenharia, não existia na região um curso de Licenciatura em Física. No ano de 2001 realizei o curso de Licenciatura Pleno no programa especial de formação pedagógica, para disciplinas específicas do ensino fundamental e médio, pela Universidade Estadual do Ceará (UECE) em parceria com a URCA realizado no Crato Ceará. Este curso, conhecido como Esquema I, oferecia uma formação específica em licenciatura para pessoas que possuíam um curso de graduação em Licenciatura (escolhi a licenciatura em Física).

Resolvi investir na carreira da docência e sempre trabalhando, como professor de física em escolas públicas e privadas na região do Cariri buscando contribuir com a formação dos estudantes para o campo das ciências da natureza, principalmente, a área da física que havia falta de profissionais nesta área. É importante dizer que

realizei um curso de Pós-graduação, em **Lato sensu** de Matemática, pela URCA que veio agregar conhecimentos em minha formação.

Com a obtenção da formação em licenciatura pude fazer o concurso público para professor de física da rede estadual de ensino no ano de 2009, o qual fui aprovado e até o momento atuo como professor de física na Secretaria de Educação do Estado do Ceará junto a Coordenadoria de Desenvolvimento da Educação (CREDE 19) e venho trabalhando em escolas como E. E. M. Governador Aduino Bezerra, E. E. M. T. I. Dona Maria Amélia Bezerra, dentre outras.

Sempre foi um sonho concluir o curso de pós-graduação em **stricto sensu** em Mestrado e consegui passar inicialmente na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) na cidade Garanhuns, Pernambuco, ~~PE~~. Infelizmente este curso, no meio da realização da formação, teve que fechar. Depois de um ano, consegui transferência para a cidade de Juazeiro do Norte Ceará, onde o Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) possui um polo.

Na escola participei de programas de formação voltados para a iniciação à docência e valorização do estágio supervisionado oferecido pela Universidade Regional do Cariri – URCA (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência – PIBID, nos anos de 2014 a 2015 e Residência Pedagógica nos anos de 2018 a 2019), como preceptor/supervisor, contribuindo para a qualificação acadêmica universitária.

Fui selecionado, em 2015, entre os 20 professores do Brasil, para realizar um curso de Física de Partículas no Centro de pesquisas em energia nuclear da Europa (CERN), onde conheci *Large Hádron Collider (LHC)*, o maior Acelerador de Partículas do Planeta, em Genebra – Suíça, e no Laboratório de Pesquisa em Energia Nuclear de Lisboa, Portugal (LIP).

Pela minha experiência em sala de aula ao longo dos anos, percebi que o interesse dos alunos em estudar temas relacionados a área de ciências vem diminuindo gradativamente, o papel do professor e da escola vêm sofrendo um desgaste. O papel da família vem sendo posto de lado e muitas vezes o professor e a escola tem que fazer o papel da família de educar as crianças. É neste sentido que despertou o interesse de investigação, na construção deste trabalho de dissertação, de buscar pensar o uso de tecnologias para apoiar o ensino de física na escola. O tema, como vai ser dito, escolhido para problematização é o ensino de astronomia,

um assunto que pouco é tratado na educação básica, mas que desperta curiosidade e interesse nos estudantes. Além disso está fortemente amparado o ensino deste tema em documentos oficiais da educação, dentre eles, a **Base Nacional Comum Curricular – BNCC**.

*“Esta é a regra fundamental desse computador que vive no corpo humano: só vai para a memória aquilo que é objeto de desejo. A tarefa primordial do professor: seduzir o aluno para que ele deseje e, desejando, aprenda.”*

*(Rubem Alves)*

## 1 INTRODUÇÃO

O ensino de física, em geral, é taxado como uma disciplina de “difícil compreensão” pelos estudantes da educação básica. O ensino tradicional (aquele centrado na modalidade de transmissão e recepção passiva dos estudantes), baseado em experiências de atuação docente, é o que acontece nas maiorias das escolas. Nesta lógica os estudantes aprendem de forma mecânica e sem compreensão o conhecimento científico (MOREIRA, 2005).

Os estudantes estão imersos em um mundo permeados por tecnologias digitais, são atraídos pelos diferentes recursos que as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), mas o ensino escolar parece ainda distante deste mundo. Segundo Kenski:

“A educação também é um mecanismo poderoso de articulação das relações entre poder, conhecimento e tecnologias. Desde pequena, a criança é educada em um meio cultural familiar, onde adquire conhecimentos, hábitos, atitudes e valores que definem a sua identidade social”. (Kenski (2007, p.18 e 19)

Diante desse paradigma de ensino tradicional busca-se, neste trabalho de dissertação, o interesse do aluno utilizando as TIC's como forma de promover o gosto pelas ciências (em particular a física no estudo da Astronomia).

[...] a escola também exerce o seu poder em relação aos conhecimentos e ao uso das tecnologias que farão a mediação entre professores, alunos e os conteúdos a serem aprendidos.

O nosso papel de professor é ajudar essas crianças que muitas vezes passam por um total abandono da família, tanto nas escolas públicas quanto privadas, sendo mais evidenciadas nas escolas públicas, corroborando com Vygotsky.

“Por isso, o professor desempenha um papel ativo no processo de educação: modelar, cortar, dividir e entalhar os elementos do meio para que estes realizem o objetivo buscado” (Vygotsky, 2003, p.79)

Com o avanço das tecnologias, a informática vem se destacando em todas as áreas, como engenharia, medicina, nas indústrias e comércios. Lévy (2016) afirma que a informática é elo central do mundo contemporâneo das interfaces, pois oferece linguagens cada vez mais acessível ao entendimento humano, produzem novos

sistemas de programas que atendem as várias necessidades humanas. Para ele a informática avança e apresenta atividades mais lógicas, sintética e conceitual rompendo com um formalismo mais mecânico e programas mecanizados.

Hoje em dia a utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) e o seu uso para a educação é de suma importância, a interação homem e máquina sempre provocou e ainda hoje provoca transformações na socialização humana. Segundo Levy 2016, com o advento da televisão, nas décadas de 20 e 30, e mais tarde com o advento do computador, nas décadas de 40 e 50, o ser humano deu um salto no que diz respeito ao conhecimento e a aprendizagem

Entendemos que refletir na atualidade sobre as novas tecnologias e seu uso no ambiente escolar é essencial, pois acreditamos que a informática está sempre evoluindo, desta forma a educação precisa acompanhar conscientemente este progresso na tentativa de integrar potencialmente seus recursos como uma ferramenta de transmissão de conhecimentos. Lévy (2016) diz que a partir dos anos 70 uma parcela de jovens pensou a construção dos computadores criando interfaces mais interativas entre a relação homem e máquina, foram embrionários na criação dos computadores revolucionando a sociedade.

Em nosso entender, como professores da educação básica, não podemos deixar de lado essas tecnologias e simplesmente ignorá-las, pelo contrário, temos que incorporá-las nas nossas aulas, pois o resultado que queremos alcançar é a aprendizagem dos discentes. Defendemos que é preciso que haja uma melhor formação do professor para, de forma planejada, integrar criticamente o uso das TICs. A exclusão digital do professor deve ser evitada e sua inserção nesta discussão precisa ser priorizada no desenvolvimento de políticas públicas educacionais. Assman (2000) ressalta que as tecnologias, em desenvolvimento constante, não substituirão os professores e não possuem a pretensão de reduzir o esforço dedicado aos estudos. Para ele essas tecnologias surgem para apoiar a ampliação do pensamento complexo, interativo e transversal com intuito de desenvolver diferentes oportunidades para a sensibilidade solidária dentro das próprias formas do conhecimento.

Tezani (2017) afirma que as tecnologias estão inseridas em todos os setores sociais impactando nossas vidas. Estas tecnologias, para ele, envolve o uso social por meio da interação entre o homem e as máquinas às práticas que possibilitam

transformações sobre os equipamentos entrelaçadas pela socialização humana. Em nossa interpretação as tecnologias também influenciam as formas da aquisição das aprendizagens e exige uma nova reorganização dos espaços de formação que transcendem práticas convencionais.

A articulação entre o ensino de ciências e o uso das tecnologias é uma das exigências da Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2017). Esta legislação estabelece que, no espaço escolar, deve-se refletir o uso dos recursos digitais, essa posição pode ser percebida na Geral da Educação Básica, que diz que “compreender, utilizar e criar TIC de forma crítica, significativa, reflexiva e ética para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (BRASIL, 2017, p. 09)

“Nessa perspectiva, para além da cultura do impresso (ou da palavra escrita), que deve continuar tendo centralidade na educação escolar, é preciso considerar a cultura digital, os multiletramentos e os novos letramentos<sup>60</sup>, entre outras denominações que procuram designar novas práticas sociais de linguagem” (BNCC, 2017 p. 487).

Identificamos também na prática que estas habilidades estão inseridas e devem fazer parte dos currículos escolares desde o ensino fundamental até o médio, mostrado em:

“**Habilidade da BNCC: (EF69AR35)** Identificar e manipular diferentes tecnologias e recursos digitais para acessar, apreciar, produzir, registrar e compartilhar práticas e repertórios artísticos, de modo reflexivo, ético e responsável.” (BNCC, 2017 p. 210 e 211).

Um dos objetivos da tecnologia, é ser trabalhada na educação infantil e fundamental para estimular o pensamento crítico, crítico lógico, a curiosidade, o desenvolvimento psíquico e a linguagem.

O objetivo central desta dissertação consiste no desenvolvimento e avaliação de vídeos aulas voltadas para o estudo da astronomia elementar (estudos do sistema solar) a ser problematizados, por meio da metodologia ativa Peer Instruction, visando uma aprendizagem significativa, com estudantes do 9º ano do ensino fundamental de uma escola pública municipal de Juazeiro do Norte, CE.

Propomos como objetivos específicos:

- Desenvolvimento de objetos de aprendizagens por meio da confecção de vídeos aulas para apoiar o estudo da Astronomia especificamente o estudo do sistema solar;
- Investigar a ocorrência de aprendizagem de estudantes do último ano do ensino fundamental no estudo do sistema solar por meio do auxílio de vídeos aulas;
- Elaborar uma sequência de ensino usando a estratégia do Peer Instruction para apoiar a realização de uma intervenção didática no Ensino Fundamental;

O método *Peer Instruction* (Instrução aos Pares, numa tradução literal), que consideraremos neste trabalho, foi elaborado pelo professor de Física Erick Mazur da universidade de Harvard e tem alcançado grande sucesso nas universidades norte-americanas. No Brasil já existem alguns grupos trabalhando com esse método, por exemplo na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) com o Professor Ives Solano Araújo, na Universidade Federal de Viçosa (UFV) com o professor Álvaro Magalhães Neves e outros.

Mazur (2015) afirma que o método procura tirar o foco da aprendizagem, “transferência de informação”, fazendo com que o aluno procure as informações primárias direto da fonte: leitura, vídeo aula ou outras mídias. Ele diz que é no encontro presencial, na sala de aula, que a discussão entre os alunos é fomentada. O autor afirma que as características principais deste método são: estudo prévio (ou seja, incentivar o aluno a aprender com fontes primárias); feedback constante aluno-professor; interação aluno-aluno; o aluno tem que fazer. Nesta abordagem, segundo o autor, o aluno precisa ter estudado algum conteúdo proposto antes de vir para a aula. Na aula, o professor faz uma rápida exposição do tema (já estudado pelo aluno em casa), com duração de 7 a 10 minutos e aplica as questões (Concept Test).

A justificativa principal de escolha da temática sobre Astronomia se dá devido à grande importância que a BNCC ressalta desde o ensino infantil até o ensino médio na unidade temática “Terra e Universo”, objetivos do conhecimento “Astronomia e cultura; Vida humana fora da Terra; Ordem de grandeza astronômica e Evolução estelar”, nas Habilidades: EF08CI12 a EF08CI12 (BRASIL, 2017 p. 350 e 351).

A dissertação está estruturada da seguinte maneira, no capítulo 2 apresentamos uma breve discussão sobre o uso de vídeos aulas como objeto de

aprendizagens socializados nas plataformas digitais (como o youtube). No capítulo 3, apresentamos o referencial teórico que consiste na relação entre a Teoria da Aprendizagem Significativa e o uso das Tecnologias da Informação e a comunicação. No capítulo 4 apresentamos a metodologia Peer Instruction e seu uso no ensino de Ciências. No capítulo 5, apresentamos os aspectos conceituais da astronomia cujo foco é o estudo sistema solar. No capítulo 6, apresentamos a metodologia seguida que inclui a descrição de uma sequência de ensino baseada no método Peer Instruction. No capítulo 7 e 8, apresentamos nossas análises e conclusões.

## 2 O USO DE VÍDEOS COMO OBJETOS DE APRENDIZAGEM E SOCIALIZAÇÃO NA INTERNET POR MEIO DO YOUTUBE

A necessidade de se ensinar o conhecimento leva a busca de novas alternativas com destaque a Objeto de Aprendizagem. Os objetos de conhecimento, saber científico ou as práticas sociais, convertem-se em “objetos de ensino”, isto é, em conteúdo curricular. Esses conteúdos curriculares são elaborados pelas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para o Ensino Médio que são normas obrigatórias para a Educação Básica e que orientam o planejamento curricular das escolas e dos sistemas de ensino, discutidas, concebidas e fixadas pelo Conselho Nacional de Educação (CNE) (BRASIL, .2010).

Existem diretrizes gerais para a Educação Básica, recentemente em vigor a Lei de Base Nacional Comum Curricular – BNCC. Esta estabelece que as competências gerais estabelecidas para a Educação Básica devem orientar tanto as aprendizagens essenciais gerais para todos os estudantes do Brasil (de todas as diversas regiões) quanto os itinerários formativos<sup>1</sup> a serem ofertados pelos diferentes sistemas, redes e escolas. Mas o que são essas competências? Em nossa interpretação, tais competências reportam-se a: conhecimentos; pensamento científico crítico e criativo; diversidade cultural; comunicação; cultura digital; trabalho; projeto de vida; argumentação; autoconhecimento; cooperação; empatia; responsabilidade para consigo e com o outro; e cidadania., Essas competências devem ser alcançadas em todas as etapas e modalidades educacionais (Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio) mas que também, cada nível, apresentam diretrizes curriculares próprias. A mais recente é a do Ensino Médio, que são baseados em áreas do conhecimento (linguagens e suas tecnologias, matemática e suas tecnologias, ciências da natureza e suas tecnologias, ciências humanas e sociais aplicadas), ou na formação técnica e profissional, como podemos observar na BNCC

A BNCC, em nosso entender, surge com a finalidade de corrigir uma desigualdade de aprendizagem que acontece em todo o território nacional. Pois o conteúdo de ciências que é visto por exemplo em uma pequena cidade no interior do

---

<sup>1</sup> Itinerário Formativo é o termo utilizado para se referir ao tipo de estrutura de formação escolar que possibilita o acesso à profissão. <<https://www.significadosbr.com.br/itinerario>> Acessado em 03/04/2020

estado do Pará, não é o mesmo conteúdo dos alunos da mesma faixa etária e do mesmo ano em estudo, causando essa disparidade. Ela tenta garantir que conteúdos básicos sejam ensinados para todos os alunos, sem deixar de levar em consideração os diversos contextos nos quais eles estão inseridos.

Buckingham (2010, p. 51) afirma que:

“os professores estão usando cada vez mais programas de multimídia como forma de auxílio à aprendizagem da matéria numa série de áreas curriculares. Aqui, os alunos produzem seus próprios textos multimídia na forma de *sites* ou CD-ROMs, com frequência combinando texto escrito, imagens visuais, simples animação, áudio e vídeo”.

Com avanço tecnológico, o papel do professor é acompanhar esta evolução, acreditamos que o professor tem que falar a mesma linguagem dos alunos, caso o contrário, ele pode tornar-se obsoleto e ultrapassado como a um computador antigo.

Alguns sites de pesquisa não se restringiram apenas a busca, o Google (Google é um nome inventado para a empresa que hoje é internacionalmente conhecida como o melhor mecanismo de busca da internet), por exemplo se sofisticou de tal maneira que existem sites de armazenamento de fotos, como o google fotos, pesquisa por mapas e localização o Google Maps, site de tradução de idiomas, como o google tradutor, e outras ferramentas de suma importância para os navegadores da internet. Buckingham nos mostra que:

“Os professores precisam reconhecer que os usos que os jovens fazem da Internet estão ligados a seu entusiasmo por outra mídia – e que isso deve se refletir nos textos por eles produzidos.” (Buckingham, 2010, p. 52)

A produção textual tem que ser de forma agradável e simples facilitando o fluir das ideias e o professor tem que ser o mediador facilitando e interagindo com as mídias tecnológicas, segundo Buckingham (2010).

Acreditamos, que proibir ou coibir o uso de alguns recursos tecnológicos é um retrocesso, mesmo amparado por leis estaduais como por exemplo: Lei 14.146, de 25 de junho de 2008 de autoria do então deputado estadual Artur Bruno e sancionada por Cid Gomes, o governador do estado do Ceará à época. Esta Lei proibia que os alunos usassem tecnologias em sala de aula, tais como: telefone celular, walkman, discman, MP3 player, MP4 player, iPod, bip, pager e outro. Muitas salas de aula passaram a ter placas com número e texto da lei. O texto não previa punição e nem usos pedagógicos dos aparelhos.

As escolas têm que entender que utilizar as novas tecnologias a seu favor é um recurso que não só a educação ganha e que seu uso ultrapassa os muros da escola, como defende Buckingham (2010, p. 52) abaixo:

“Além de reafirmar as funções públicas da escola, precisamos também desenvolver seus elos com outras instituições da esfera pública – e talvez imaginar novas funções. A superação da divisão entre a escola e a vida dos alunos fora da escola pode ser promovida por instituições sociais *intermediárias* tais como bibliotecas, centros de educação para adultos, projetos de arte da comunidade e mesmo museus. Os prédios escolares constituem valiosa riqueza da comunidade e poderiam ser abertos a um leque de atividades muito além do cotidiano escolar. Neste sentido, as escolas podem aprender com as instituições mais informais que se desenvolveram em torno de novas tecnologias”.

Embora haja uma maior produção a linguagem é simples; **os youtubers também interagem com alguém atrás da câmera, mas esse alguém não interage de volta**, como é o caso dos canais anteriores, o que torna o diálogo direto com o espectador.

Os canais atuais já existem uma caixa de diálogo facilitando este canal uma maior troca de informações.

Silva (2017) alerta para a dificuldade de se sobressair nesse universo digital:

“Os youtubers acabam se tornando influentes no contexto das mídias sociais, seja por sua popularidade, seja pelo carisma obtido junto à sua audiência. Essas pesquisas revelam que as redes sociais na internet podem conferir fama, respeito e ascensão social aos interagentes, mas ao mesmo tempo não concretizam integralmente o ideal da democratização dos meios, pois apenas alguns poucos alcançam o status de celebridade. Nesse contexto, mais importante do que o valor de produção, é a habilidade de comunicar-se de acordo com os anseios coletivos, de produzir na audiência a sensação de pertença (SILVA, 2017, p. 126-127).

Destacamos que é a habilidade de se comunicar dos youtubers é o que os faz sobressair aos demais e o propósito de amadorismo nas produções, que possibilita uma diferenciação da qualidade em distinguir verdadeiro e realista.

Buckingham (2002) nos mostra que temos que levar em conta a facilidade de acesso às novas tecnologias e que transformam o cotidiano das crianças criando uma realidade, a apropriação de jogos virtuais, torna as experiências ainda mais lúdicas, facilitando a interação entre a criança expectadora e os youtubers, fazendo com que isso aconteça em um ambiente agradável para ambas as partes.

“Neste contexto, o acesso crescente a tecnologias de produção digitais oferece possibilidades significativas, bem como coloca novos desafios. Em um nível, há, claramente, uma promessa de democratização. A probabilidade de as primeiras experiências infantis com a elaboração de vídeos acontecerem na escola, por exemplo, não é mais tão grande; e os alunos cada vez mais chegarão à sala de aula com experiência de edição de vídeo, manipulação de imagens e tecnologia musical digital. O lar não é mais um

lugar simplesmente de consumo de mídia: também se tornou um local-chave de produção. Contudo, o acesso a esta tecnologia não é igualmente distribuído; e pode haver uma polarização crescente, neste aspecto, entre os “ricos em mídia” e os “pobres em mídia”. Em nossas pesquisas sobre o uso de tal tecnologia no lar (Sefton-Green & Buckingham, 1996), também descobrimos que seu potencial criativo estava longe de ser completamente compreendido, em parte por razões técnicas, mas também porque havia pouca ideia de um público maior e, portanto, de um propósito mais amplo, para as produções dos jovens. A Internet pode prover um novo meio de alcançar públicos que transcendem as comunidades locais; contudo, mais uma vez, é necessário estender e igualar o acesso, não só à tecnologia, mas também às competências necessárias para usá-la criativa e efetivamente.” (BUCKINGHAM, 2002, p.258-259)

Estes canais seguem formatos padronizados nesta plataforma e os consumidores têm a possibilidade de abrir uma conta, iniciar seu próprio canal ou se inscrever em outros a depender da sua escolha, sem limite ou quantidade pré-determinada.

Temos que entender que existem uma infinidade de canais de baixa ou de alta qualidade e dos mais diversos conteúdos, podendo ser amplamente explorado por técnicos, professores para disseminar a aprendizagem e a informação.

A partir da leitura de alguns autores aqui citados, queremos desenvolver nossas ideias com base bibliográfica, ou seja, nós criamos uma argumentação sobre o tema com uma sustentação em teóricos que já falaram e estudaram sobre o mesmo assunto.

### **3. TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E AS TICS PARA O ENSINO DE FÍSICA**

#### **3.1 A Teoria da Aprendizagem Significativa**

Neste capítulo vamos falar um pouco sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa. Esta teoria enfatiza os conhecimentos que os estudantes possuem, que adquirem em seu processo escolar e social. Acredito que a tentativa do professor oferecer uma alternativa diferenciada de ensino ele deve focar na aprendizagem dos alunos, que possa acontecer de forma atrativa pelos estudantes, que possam compreender o assunto de maneira a emitirem suas opiniões, que tenham gosto para aprender e que despertem em si o encantamento de estarem sempre em busca da aprendizagem em suas vidas.

A Psicologia Cognitiva de Davi Ausubel estabelece que a aprendizagem ocorre por assimilação de novos conceitos e proposições na estrutura cognitiva do aluno. A teoria cognitivista é quem defende que o processo de cognição, através do qual a pessoa atribui significados à realidade em que se encontra. Ela também leva em consideração o processo de compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação. Nesta corrente, situam-se autores como Brunner, Piaget, Ausubel, Novak e Kelly. Alguns deles são construtivistas com ênfase na cognição (Brunner, Piaget, Ausubel e Novak), ou enfatizam o afetivo (como Kelly e Rogers).

“As ramificações que advêm do aprender a compreender a natureza do conhecimento e a natureza da aprendizagem significativa, não só valorizam o indivíduo tornando-o mais eficiente na aquisição e produção do conhecimento, mas também contribuem para a sua autoestima e sentido de controlo sobre a própria vida”. (Novak, 1984, p. 10)

Segundo Novak (1984), a aprendizagem significativa valoriza o conhecimento, valorizando o indivíduo como um todo, melhorando até sua autoestima.

Ao construir significados, o professor estará sempre envolvendo o aluno afetivamente, além da motivação intelectual, com o novo conhecimento. Em outras palavras: significados não são neutros. Incorporam valores porque explicam o cotidiano, constroem compreensão de problemas do seu convívio social, facilitando no processo de novas descobertas.

Entendemos, em nossa interpretação, que a aprendizagem significativa consiste na relação cognitiva do novo conhecimento com o conhecimento prévio,

utilizando os Subsunoçores, ou seja, um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto (MOREIRA, 2010). Tanto por recepção como por descobrimento, a atribuição de significados a novos conhecimentos depende da existência de conhecimentos prévios especificamente relevantes e da interação com eles.

Nesse processo, que é não-litera e não-arbitrário, o novo conhecimento adquire significados para o aprendiz e o conhecimento prévio fica mais rico, mais diferenciado, mais elaborado em termos de significados, e adquire mais estabilidade (ou seja, pode ser mais fácil aprender assuntos estudados anteriormente).

Na figura 01 abaixo podemos visualizar melhor os Subsunoçores, que são as ramificações (conhecimento prévio), que iram se conectar com as novas informações adquiridas.

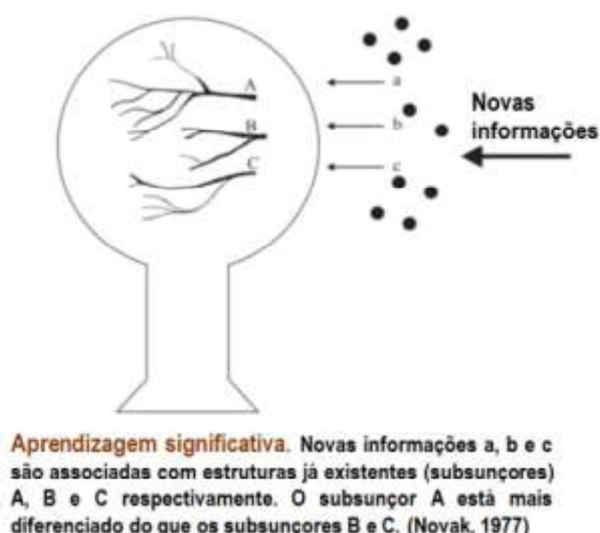


Figura 1: Representação de interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos.  
Adaptado de (NOVAK, 1977)

Moreira (201) afirma que o conhecimento prévio é, isoladamente, a variável que mais influencia a aprendizagem e, em última análise, só podemos aprender a partir daquilo que já conhecemos.

Corroboramos com Moreira 2010, que nos mostra que a aprendizagem significativa traz a relação cultural do indivíduo com sua relação social e o meio que está inserido.

“A aprendizagem significativa crítica: é aquela perspectiva que permite ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela. Trata-se de uma perspectiva antropológica em relação às atividades de seu grupo social que permite ao indivíduo participar de tais atividades, mas,

ao mesmo tempo, reconhecer quando a realidade está se afastando tanto que não está mais sendo captada pelo grupo". (Moreira.2010, p.02)

Temos também a confirmação de que a aprendizagem é um processo pelo qual os conhecimentos são adquiridos, Moreira nos mostra que:

"A aprendizagem significativa depende da captação de significados que envolvem um intercâmbio, uma negociação, de significados, que depende essencialmente da linguagem" (MOREIRA, 2012, p. 48).

Na perspectiva da aprendizagem significativa que só há ensino quando há captação de significados ou, se quisermos, só há ensino quando há aprendizagem.

Segundo Moreira, (2012, p.49)

O homem vive na linguagem. Portanto, a linguagem é essencial na facilitação da aprendizagem significativa. As palavras são signos linguísticos e delas dependemos para ensinar qualquer corpo organizado de conhecimentos em situação formal de ensino que é a proposta subjacente à teoria da aprendizagem significativa.

O papel do professor é essencial nesse processo de aprendizagem, não sendo um transmissor diretamente mais sim um mediador dos conhecimentos. O professor tem o papel de mediar os conhecimentos com os alunos, mais para isso o aluno tem que estar pré-disposto a aprender e utilizar os conhecimentos prévios como âncora para os novos conhecimentos.

O ofício de ser professor, juntamente com a escola é dar subsídios para uma boa aprendizagem, facilitando, assim o ensino e aprendizagem.

Como essa é uma proposta que busca levar para sala de aula, uma nova ferramenta, algo que até pouco tempo, somente na comunidade acadêmica ou em pesquisas era observado. Logo se torna necessário saber transpor esses conhecimentos para sala de aula.

Temos também a confirmação de que a aprendizagem é um processo pelo qual os conhecimentos são adquiridos, Moreira nos mostra que:

"A aprendizagem significativa depende da captação de significados que envolvem um intercâmbio, uma negociação, de significados, que depende essencialmente da linguagem" (MOREIRA, 2012, p. 48).

Na perspectiva da aprendizagem significativa que só há ensino quando há captação de significados ou, se quisermos, só há ensino quando há aprendizagem.

Segundo Moreira, (2012, p.49)

O homem vive na linguagem. Portanto, a linguagem é essencial na facilitação da aprendizagem significativa. As palavras são signos linguísticos e delas dependemos para ensinar qualquer corpo organizado de conhecimentos em

situação formal de ensino que é a proposta subjacente à teoria da aprendizagem significativa.

Moreira nos fala que a linguagem é imprescindível na aprendizagem significativa, pois são através dos sinais e símbolos que absorvemos no decorrer da vida que serve como âncoras para fixar novos conhecimentos.

Neste capítulo tentamos mostrar o método PI como um dos principais recursos da metodologia ativa, também conhecida como aprendizagem em pares, pelo conceito do professor Mazur, que a ideia do conhecimento seja desenvolvida a partir da interação entre alunos e mostramos também trabalhos usando ferramentas como o youtube para a melhor aprendizagem.

Procuramos a seguir descrever algumas ideias sobre o uso das TICs defendido pelo autor Pierre Levy. Uma articulação sobre esta abordagem e a possibilidade do desenvolvimento de aprendizagens significativas por meio das diversas tecnologias que está presente no cotidiano dos estudantes.

### **3.2 As TICs na visão de Pierre Levy**

*“A Internet é um instrumento de desenvolvimento social. Devemos lembrar que a escrita demorou pelo menos 3000 anos para atingir o atual estágio, no qual todos sabem ler e escrever. A Internet tem apenas 10 anos.”*

*Pierre Lévy*

Hoje, as utilizações das Tecnologias são imprescindíveis para os seres humanos. (Respiradores artificiais, salvam vidas); (máquinas agrícolas realizam plantações para gerar alimento, na mesa dos seres humanos); (computadores realizam tarefas complexas desde cálculos precisos até identificar possíveis terremotos e maremotos, com antecedência, salvando vidas); máquinas despoluindo rios, que foram poluídos). Imaginamos um mundo sem energia elétrica, sem máquinas e equipamentos que nos ajudam no nosso dia a dia, que durante décadas os cientistas vêm desenvolvendo.

Novas maneiras de pensar e de conviver estão sendo construídas e remontadas no mundo das tecnologias.

Levy (2016) discute que escrita, leitura, visão, audição, criação e aprendizagem são incorporados por uma informática que sofre constantes

transformações. Não se admite entender a pesquisa científica sem uma aparelhagem complexa distribuindo as antigas divisões entre experiência e teoria.

Nos livros de história, aprendemos que passamos por várias técnicas de armazenamento e divulgação de informações, desde as escritas cuneiformes, que aprendemos na escola, passando pelos papiros antigos, logo em seguida os papéis e jornais e por último as mídias eletrônicas.

As Tecnologia da Informação e Comunicação – TIC e o uso para a educação é de suma importância, acreditamos que a interação homem e máquina sempre provocou e ainda hoje provoca transformações na socialização humana. Com o advento da televisão na década de 20 e 30 e mais tarde com o advento do computador na década de 40 e 50, o ser humano deu um salto no que diz respeito ao conhecimento e a aprendizagem.

Levy (2014, p. 13) ressalta que o físico Albert Einstein já antecipou o advento das tecnologias, como revela abaixo:

“Durante uma entrevista nos anos 50, Albert Einstein declarou que três grandes bombas haviam explodido durante o século XX: a bomba demográfica, a bomba atômica e a bomba das telecomunicações foi chamado, por meu amigo Roy Acott (um dos pioneiros e principais teóricos da arte em rede), de “segundo dilúvio”, o das informações.”

Como educadores não podemos deixar de lado essas tecnologias e simplesmente ignorá-las, mas sim fazer uso delas, pois o resultado que queremos alcançar é a aprendizagem dos discentes.

Buscaremos neste capítulo mergulhar nas ideias de Pierre Levy sobre as tecnologias, em especial, seu argumento sobre as tecnologias da inteligência. Levy (ano) nos anos 90 fez profundas previsões teóricas sobre o impacto das tecnologias nos modos de pensar e agir das pessoas. Ele apresentou o conceito de ecologia cognitiva, elaborou um resgate histórico sobre o nascimento das tecnologias digitais, sobre a criação dos computadores para usos de ações militares deslocando em seguida para toda sociedade. O referencial teórico de Levy é adotado como suporte analítico para nortear este trabalho de dissertação.

A seguir iremos apresentar os conceitos problematizados por Pierre Levy sobre: o hipertexto, a política das interfaces, a informática, a rede digital, o conhecimento por simulação, o som, tecnologia intelectual, a imagem e a ecologia cognitiva.

### 3.2.1 A metáfora do hipertexto de acordo com Pierre Levy

Desde o aparecimento da definição da ideia de hipertexto, relatado por Levy (2016), mostra que este conceito está ligado a uma nova concepção de textualidade, em que a informação é criada em um ambiente na qual pode ser acessada de forma não-linear, por associação, e não mais por sequências fixas previamente estabelecidas.

Quando o cientista Vannevar Bush, na década de 40, nos mostra que a ideia de hipertexto era de substituir os métodos existentes de obtenção e disponibilização de informações ligadas especialmente à pesquisa acadêmica, que eram lineares, por meio de associação de ideias, seguindo o modelo de funcionamento da mente humana. Segundo Levy (2016), Bush estava preocupado também na criação de um sistema que funcionasse por analogia e associação. Corroborando com Levy (2016, p.28)

“[...] a mente humana não funciona dessa forma, mas sim através de associações. Ela pula de uma representação para outra ao longo de uma rede intrincada, desenha trilhas que se bifurcam, tece uma trama infinitamente mais complicada do que os bancos de dados de hoje ou os sistemas de informação de fichas perfuradas existentes em 1945”.

No início dos anos 60, um cientista, Theodore Nelson, pegou a ideia de Bush e quase 20 anos depois criou o termo hipertexto, exatamente ligada à concepção de um grande sistema de textos que pudessem estar disponíveis em rede. Nelson sonhava com um sistema capaz de disponibilizar um grande número de obras literárias, com a possibilidade de interconexão entre elas. Criou, então, o "Xanadu", um projeto para disponibilizar toda a literatura do mundo, numa rede de publicação hipertextual universal e instantânea. Como nos mostra Levy (2016, p. 29).

“[...] Nelson persegue o sonho de uma imensa rede acessível em tempo real contendo todos os tesouros literários e científicos do mundo, uma espécie de Biblioteca de Alexandria de nossos dias. Milhões de pessoas poderiam utilizar Xanadu, para escrever, se interconectar, interagir, comentar os textos, filmes e gravações sonoras disponíveis na rede, anotar os comentários etc.”.

Funcionando como um imenso sistema de informação e arquivamento, o hipertexto deveria ser um enorme arquivo virtual.

E como uma profecia dos grandes videntes observamos hoje a internet com essa imensidão de possibilidades que pode ser desenvolvida.

O hipertexto definido por Levy(2016) define que ação e comunicação são praticante iguais em suas essências, que os interlocutores são levados pelo contexto, para analisar as informações que lhe são dirigidas, sendo colocado na forma de texto em que palavras, frases, letras, sinais ou caracteres são interpretantes da rede de mensagens anteriores com influência sobre o significado das mensagens futuras, emergindo o sentido a cada momento, nos obrigando sempre a fazer uma revisão dos captadores e das informações que devemos recolher para criarmos uma ideia da informação. O autor define que o hipertexto seria a metáfora válida para todas as esferas da realidade em que as significações estejam em jogo, definindo seis características, sendo elas

- Princípio da metamorfose:
- Princípio de heterogeneidade
- Princípio de multiplicidade e de encaixe das escalas
- Princípio de exterioridade:
- Princípio de topologia:
- Princípio de mobilidade de centros:

### **3.2.2 A política das interfaces de acordo com Pierre Levy**

Desde os anos 70, praticamente todos os dispositivos de entrada para os computadores eram feitos por meio de cartões perfurados, com o advento da tecnologia, surgiram outros periféricos do computador, teclado que permite a entrada de textos, o mouse que permite manipular o computador com a mão as informações a serem passadas para o computador e mais recente as informações através do contato com os dedos o touch screen, sensores automáticos de som que permite o uso da fala, sensores visuais para detectar fotos e outros.

Para Lévy (2014, p.37) as interfaces são aparelhos e materiais que permitem a comunicação entre um sistema informático e os humanos.

“Usando aqui o termo “interfaces” para todos os aparatos materiais que permitem a interação entre o universo da informação digital e o mundo ordinário”.

O autor fala também dos periféricos de saída, como por exemplo, os monitores, que também sofreram uma evolução, desde os primeiros monitores monocromáticos, tela verde e preto ou preto e branco, hoje com as evoluções tecnológicas podemos ter monitores que são telas (letras e números) até fotos e

vídeos de resolução de alta qualidade. Corroborando com as ideias de Levy (2014, p. 38).

“A evolução das interfaces de saída deu-se no sentido de uma melhoria da definição e de uma diversificação dos modos de comunicação da informação”.

Nos deparamos hoje em dia com duas linhas de pesquisa com relação as interfaces. Uma delas trabalha com os 5 sentidos do ser humano (Visão, audição, tato, paladar e olfato) em mudos virtuais cada vez mais realista como nos mostra Levy (2014). Essa realidade é usada mais em domínio militar, industrial, médico e urbanístico. Outra linha trata-se a chamada “realidade ampliada” com sensores, câmeras, projetos de vídeo, módulos inteligentes que se comunicam entre si. Podemos ver em Levy (2014, p. 38,39).

“A maioria dos aparelhos de comunicação (telefone, televisão, copiadores, fax, etc.) trarão, de uma forma ou de outra, interfaces com o mundo digital e estarão interconectadas”.

O autor nos mostra que a diversificação e a simplificação das interfaces, combinadas com os progressos da digitalização nos mostram uma ampliação dos pontos de entrada no ciberespaço.

### **3.2.3 A informática e a rede digital**

Levy define a informática em sua estrutura e sua complexidade. Levy (2016, p.108),

“Se a informática é o ponto central do mundo contemporâneo das interfaces, ela não deixa de se interfacear seguindo um anel de retroação positiva. Linguagens cada vez mais acessíveis à compreensão humana imediata, geradores de programas, geradores de sistemas especialistas, todos eles tornam a tarefa do informata cada vez mais lógica, sistemática e conceitual, em detrimento de um conhecimento das entranhas de determinada máquina ou das esquisitices de certo programa.”

Entendemos que a informática como a ideia essencial no mundo atual, segue transformando as diferentes línguas pelo mundo em linguagens cada vez mais lógicas, estas informações são compiladas para a execução de uma infinidade de finalidades, podemos criar por exemplo uma linguagem de computador, para desenvolver um aplicativo que identifique através de dados estatísticos a melhor alimentação saudável para cada indivíduo.

A informática hoje em dia tem várias ramificações com abrangências em várias áreas: Na medicina podemos ter uma visualização perfeitas de órgãos humanos sem precisar abrir um corpo humano, podemos viajar por países e conhecer

culturas de diversos países sem sair de casa, podemos resolver cálculos inimagináveis que antes não conseguiríamos etc. Linguagens de computadores que para leigos 0 e 1, pode virar programas complexos de resolução gráfica perfeita. Nos deparamos ao longo dos anos com inúmeras calamidades e doenças, como por exemplo a peste negra na idade média, como nos relatam os livros de história, atualmente nos aflige as pandemias e mais atual a do COVID19 (Coronavírus), segundo o ministério de saúde que uma doença viral da família dos coronavírus, que é uma família de vírus, que causam infecções respiratórias. Podemos desenvolver programas para criar simulações de sua propagação e transmissão e assim evitar que o vírus se propague tão facilmente. Como podemos ver em Levy:

“A informática parece reencenar, em algumas décadas, o destino da escrita: Usada primeiro para cálculos, estatísticas, a gestão mais prosaica dos homens e das coisas, tornou-se rapidamente uma mídia de comunicação de massa, ainda mais geral, talvez, que a escrita manuscrita ou a impressão, pois também permite processar e difundir o som a imagem enquanto tais. A informática não se contenta com a notação musical, por exemplo, ela também executa a música.” (Levy 2016, p. 118.)

O autor nos mostra que a informática passa por transformações em diversas áreas como escrita, comunicação dentre outras e todas sofrendo transformações desde a sua concepção até o seu desenvolvimento pleno.

### **3.2.4 O conhecimento por simulação, som e imagem**

O computador não surgiu agora, é uma invenção desde a década de 50, porém só foi se difundir como um instrumento, ou mesmo uma cultura de massa após os anos 70, quando um grupo de jovens americanos, localizados no sul da Califórnia, na cidade de Stanford, em uma região conhecida hoje como o Vale do Silício, resolveu desenvolver o Computador pessoal, e aqui no Brasil demorou um pouco mais. Como Levy (2016, p. 43), nos mostra:

“Na metade da década de setenta, uma pitoresca comunidade de jovens californianos à margem do sistema inventou o computador pessoal. Os membros mais ativos deste grupo tinham o projeto mais ou menos definido de instituir novas bases para a informática e, ao mesmo tempo, revolucionar a sociedade. De uma certa forma, este objetivo foi atingido”.

Levy se apoia então no pesquisador da Universidade de Stanford, Douglas Engelbart, que descreve o meio que une o homem com a máquina chamado de *Groupware*, ele também discute sobre as implicações sociais da informática e das pessoas que a desenvolvem. Concordando com as ideias de Levy (2014, p. 104):

“O domínio do trabalho cooperativo assistido por computador (em inglês, Computer Supported Cooperative Work, CSCW) encontra-se hoje em rápida

expansão. Caso seja bem concebida, uma organização cooperativa do trabalho por rede de computadores também é uma ferramenta de aprendizagem cooperativa. Os programas e sistemas a serviço do trabalho cooperativo são chamados de groupware”.

Fica claro que é necessária a junção da função do técnico, engenheiro especialista em computadores, com um criador e idealizador de coletivos de inteligência. Eles seriam capazes de construir tecnologias intelectuais que “reorganizam, de uma forma ou de outra, a visão de mundo de seus usuários e mudam seus reflexos mentais.” (LÉVY,2016). Portanto esses engenheiros do conhecimento seriam tão importantes na evolução das organizações, quanto os especialistas em máquinas.

Atualmente existe um veículo de transmissão de informação vinculado à rede da WEB que chega mais perto desse conceito que é a enciclopédia digital da Wikipédia, que possui a política de que ela deve ser construída, editada e revisada pelos próprios utilizadores interconectados pela rede e pelo veículo, muitos não dão muita credibilidade por este fato, que não tem uma comprovação científica.

Por fim, a outra característica presente na oralidade digital é a capacidade de simulação. Segundo o autor “Um modelo digital não é lido ou interpretado como um texto clássico, ele geralmente é explorado de forma interativa” (LÉVY,2016). O conhecimento por simulação não se assemelha ao teórico nem ao prático, ele simula um ambiente que com todas as variáveis para tentar chegar ao mais possível da realidade.

### **3.2.5 A ecologia cognitiva**

Pierre Lévy no livro “As Tecnologias da Inteligência: o futuro do pensamento na era da Informática” desenvolveu o significado da expressão ecologia cognitiva, que é o estudo sistemático da tecnologia informática na organização institucional das sociedades humanas.

Segundo ele, o ser humano criou uma segunda natureza, que são redes complexas em que interagem um grande número de atores humanos, biológicos e técnicos.

Com o advento das tecnologias de informação e comunicação a inteligência se torna coletiva que, como a conceitua o próprio Lévy (2016) é a capacidade de trocar ideias, compartilhar informações e interesses comuns, criando comunidades e estimulando conexões. Intendemos que cérebro humano faz infinitas conexões que

se intensificam à medida que envelhecemos. Agora imagine que podemos, graças ao computador, integrar essa "constelação de neurônios" com a de milhões de outras pessoas. Essa é a comparação que faço. A internet nos permite hoje criar uma superinteligência coletiva, dar início a uma grande revolução humana. Para desenvolver isso, a escola deve assumir um papel fundamental: criar modelos de aprendizagem em que o professor seja um "colaborador da inteligência coletiva" do grupo de alunos e não mais um mero repassador de conhecimentos.

No livro *Cibercultura*, o próprio Lévy formula a pergunta e dá a resposta:

"Como manter as práticas pedagógicas atualizadas com esses novos processos de transação de conhecimento? Saindo de uma educação e de uma formação institucionalizadas (a escola, a universidade) para uma situação de troca generalizada de saberes". (2014, p. 172).

Ao abordar a aprendizagem no Ciberespaço o autor destaca a importância do desenvolvimento da autonomia e da capacidade do homem aprender sempre, de forma continuada, dando conta assim da acelerada mutação da Sociedade do Conhecimento.

Entendemos por Ecologia cognitiva definida por Levy (2014), como sendo os conhecimentos que interagem com o espaço produzindo as modalidades e tecnologias de conhecer pensar, individuais ou institucionais.

Lévy (2014) entende que para não prender as ecologias cognitivas em um padrão imutável, devem ser considerados dois princípios: Primeiramente, o *princípio da multiplicidade conectada*, a ideia inicial que uma tecnologia intelectual (idealizada como instrumento do conhecimento) deve ser admitida como indefinida multiplicidade de conhecimento, não fechada, elas são articulações de conexões que ganham sentido socialmente. Em segundo lugar, o *princípio da interpretação*, segundo o qual uma técnica não tem o seu sentido estabelecido em caráter absoluto, qualquer que seja o seu desenvolvimento, sendo sempre objeto de interpretações no plano social.

É fundamental dedicar uma atenção especial ao referencial teórico na hora de produzir um trabalho acadêmico, uma vez que esse é um dos aspectos mais importantes de uma pesquisa. Corroboramos com as ideias de Pierre Lévy, um ícone quando o tema é TICs pois foi de suma importância seus conceitos e suas ideias para poder desenvolver este trabalho.

No próximo capítulo vamos dedicar nossa atenção para os conceitos sobre astronomia que terá um papel marcante neste desenrolar do trabalho desenvolvido.

## 4 O MÉTODO PEER INSTRUCTION NO ENSINO DE FÍSICA

O método *Peer Instruction*, proposto pelo Prof. Eric Mazur, da Universidade de Harvard (EUA), no início da década de 1990, mais precisamente no ano de 1991, foi introduzido em uma disciplina de Física básica nessa mesma universidade e se difundiu rapidamente pelo mundo, em especial nos Estados Unidos, Canadá e Austrália, tornando-se hoje um método de ensino consolidado e utilizado em diversas disciplinas, especialmente no ensino superior (MAZUR, WATKINS, 2008 e MAZUR, 2015).

Baseado no estudo prévio do aluno e na interação com seus colegas de classe, através de discussões sobre questões conceituais mediadas pelo professor, o método *Peer Instruction (PI)* tem por objetivo modificar o comportamento do aluno em sala de aula, fazendo com que todos os alunos se envolvam com o conteúdo de ensino, por meio de questionamentos estruturados, promovendo o aprendizado colaborativo (MAZUR, 1997).

No Brasil, métodos de ensino semelhantes ao *Peer Instruction*, inclusive o próprio *PI*, ainda são pouco conhecidos e utilizados pelos professores, tanto aqueles mais experientes quanto para os que ainda estão em formação (ARAUJO, MAZUR, 2013; ROSSO, 1992). O trecho abaixo mostra a definição de um método ativo de ensino, no qual que o método *PI* se encaixa, uma vez que a aprendizagem do aluno depende de sua vontade natural de aprender:

Compreendemos Métodos Ativos e Atividades de Ensino como processo "de fazer fluir" naturalmente o ímpeto e a energia próprios do desenvolvimento mental e a vontade natural de aprender do aluno, direcionando-os à aprendizagem escolar. (ROSSO, TAGLIEBER, 1992, p. 37).

A implementação deste método permite que ele possa ser usado em conjunto com outros métodos, como por exemplo, o uso do *Peer Instruction* com o *JiTT* (Just-in-Time Teaching, às vezes traduzido livremente para o português como, Ensino sob medida (EsM), é uma estratégia de ensino-aprendizagem baseada na interação entre conhecimentos anteriores adquiridos (pesquisados) na internet e atividades interativas em sala de aula (<http://jittdl.physics.iupui.edu/jitt/what.html> acessado em 03/05/2020). Foi proposto por Gregor Novak (NOVAK et al., 1999), na tentativa de ensinar Física

a alunos que tinham pouco interesse ou se sentiam inseguros no estudo da disciplina.

Como já referido na introdução, a aula *PI* é baseada em testes conceituais e de acordo com a porcentagem de acertos em cada questão o professor decide sobre a sequência da aula. A figura 02 abaixo mostra o fluxograma da aula *Peer Instruction*.

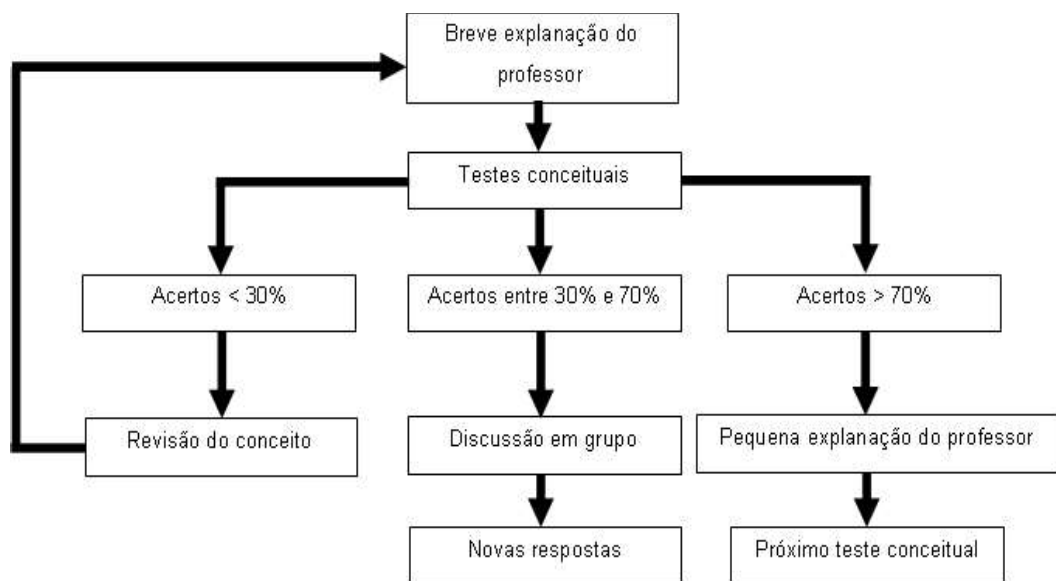


Figura 2: Fluxograma do Peer Instruction (MAZUR, 1997).

A breve explicação do professor **deve se conter** em tópicos nos quais os alunos não compreenderam direito, relatados a partir do estudo prévio que eles fizeram, ou então de um tópico que, segundo o professor, seria de difícil compreensão no estudo prévio do aluno. Essa "mini exposição" deve durar cerca de 7 a 10 minutos, cabendo ao professor iniciar os testes conceituais ou explicar novamente esses tópicos, caso os alunos não o tivessem entendido corretamente.

Sugere-se que o tempo necessário para cada aluno responder ao teste conceitual fique entre 2 e 4 minutos. Caso o índice de acertos seja inferior a 30%, provavelmente a maioria não compreendeu o conceito corretamente, sendo necessária uma nova explicação do professor sobre o conteúdo do teste com

outra abordagem. Caso o índice de acertos seja maior que 70%, há um indicativo de que a maioria entendeu os conceitos, então, o professor segue para o próximo conteúdo, podendo fazer algum comentário sobre o teste, ou explicando a resposta correta. (Caso necessário, os valores de 30% e 70% podem mudar?).

A metodologia alcança uma maior eficiência quando o índice de acertos fica entre 30% e 70%, uma vez que, neste caso, há discussão em pequenos grupos de alunos mediada pelo professor (MAZUR, 1997). Essas discussões geralmente ajudam a desenvolver habilidades de comunicação, além de facilitar a identificação das dúvidas assinaladas pelos alunos (CROUCH, MAZUR, 2001).

A troca de argumentos favorece a estruturação da estrutura cognitiva dos alunos, favorecendo a aprendizagem (OLIVEIRA, 2012).

Pesquisas nacionais (OLIVEIRA, 2012; MÜLLER, 2013; ARAUJO, MAZUR, 2013; MÜLLER, 2012) apontam que, após a discussão entre os pares de colegas, as respostas dadas pelos alunos geralmente convergem para a opção correta, pois os argumentos corretos normalmente convencem os mais equivocados.

A escolha dos testes conceituais feitas pelo professor influencia diretamente no rendimento dos alunos durante a aplicação do método *Peer Instruction*. São considerados "bons" testes conceituais aqueles que cobram o conceito básico de cada questão, com alternativas semelhantes, porém apenas uma é correta, evitando que o aluno responda sem pensar e raciocinar, podendo, inclusive, basear-se em questões que possam causar certa confusão na mente dos alunos (MAZUR, 2014).

No Brasil, alguns artigos, monografias e dissertações já foram publicados a respeito do *Peer Instruction* no ensino de Física (OLIVEIRA, 2012; MÜLLER, 2013; ARAUJO, MAZUR, 2013; MÜLLER et. al, 2012). Destaque para duas dissertações do Mestrado em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Uma dissertação, publicada em 2012 (OLIVEIRA, 2012), analisou uma proposta de ensino de eletromagnetismo usando o *Peer Instruction* com *flashcards*, e outra dissertação (MÜLLER, 2013) relatou a experiência de professores de Física em formação, aplicando a metodologia em suas aulas. As

conclusões e pontos principais desses trabalhos são descritos nos parágrafos seguintes.

O trabalho de Oliveira (2012) relata uma experiência de ensino de Eletromagnetismo em uma turma do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública, composta de 30 alunos, utilizando-se o método *PI* com o *JiTT*. Nessa pesquisa, foram desenvolvidos vídeos, materiais de apoio e testes conceituais, distribuídos em 12 encontros de uma hora e trinta minutos cada. Os resultados apresentados por esse trabalho foram analisados através do teste *t* de Student, e mostraram que o ensino *PI* aliado ao *JiTT* foi potencialmente significativo e mostrou um ganho de aprendizagem dos conceitos básicos de Eletromagnetismo. Foram analisadas também a opinião dos alunos que, em sua maioria, aprovaram o método de ensino. Segundo o autor:

As discussões entre os alunos promovidas pelos Testes Conceituais se mostraram bastantes eficazes na maioria das vezes. Após os debates entre os colegas sobre os conceitos físicos envolvidos nas questões, o percentual de respostas corretas e o nível de confiança dos alunos ao escolherem determinada alternativa aumentavam consideravelmente, o que é tomado como um bom indício das potencialidades da proposta. (OLIVEIRA, 2012, p. 89).

O autor sugere que o professor esteja ciente sobre a importância da mudança em suas aulas com a aplicação do *PI* para a obtenção do sucesso com o método. Ele exemplifica que, antes de aplicar a metodologia por um longo período, planeje uma ou duas aulas de *PI* antes de tomar qualquer decisão.

Já o trabalho de Müller (2013), foi desenvolvido com base em dois estudos de caso: o primeiro, feito em uma turma de 34 alunos de um colégio público federal, no ensino de Eletromagnetismo, estudou a utilização do método *Peer Instruction* em conjunto com o projeto governamental "Um Computador por Aluno" (UCA), em que cada aluno tinha acesso a um microcomputador, para que submetessem suas respostas em formulários do *Google Forms* contendo os testes conceituais, e o segundo foi feito com dois graduandos do curso de Licenciatura em Física da UFRGS Universidade Federal do Rio Grande do Sul) no estágio docente, desenvolvido no mesmo colégio do primeiro estudo de caso, porém com a utilização de *flashcards*, ou cartões-resposta, distribuídos aos alunos.

No primeiro estudo de caso, a análise da metodologia foi feita a partir do índice de acertos após as discussões e na aceitabilidade do *PI* em conjunto com o UCA. Os resultados apresentaram que 60% dos alunos "concordam" ou "concordam fortemente" que o método *PI* em conjunto com o UCA foi vantajoso em relação à aula tradicional, indicando que o método aplicado foi satisfatório.

No segundo estudo de caso, os graduandos relataram suas experiências ao longo da aplicação do método, aula por aula, desde as respostas dos alunos até suas opiniões pessoais quanto à aplicação da metodologia. Um dos graduandos afirmou que utilizaria esse procedimento novamente em outro colégio, enquanto outro afirmou que utilizaria se a resposta da turma fosse positiva, mas ambos aprovaram as aulas *PI*.

Segundo o autor, o método *PI* devia ser adotado com mais frequência em disciplinas de estágio:

Tais resultados apontam uma esperança de que o IpC seja adotado mais frequentemente nas disciplinas de estágio de docência e que novos professores formem-se tendo em sua "bagagem" profissional a experiência de já ter ministrado aulas com tal metodologia e, com isso, se instale um ambiente propício à mudança e à melhoria do ensino. Dessa forma, acreditamos que a prática do IpC por professores em formação inicial promova, quando estes assumirem a regência de turmas em escolas, uma renovação das metodologias utilizadas. (MÜLLER, 2013, p. 1992).

O autor conclui que há a perspectiva de continuação do trabalho para avaliar as mudanças didáticas de professores de Física proporcionadas pelo *PI*, no sentido de renovar o ensino de Física por meio de práticas metodológicas, tal como o *PI*, oferecendo meios alternativos ao ensino tradicional.

## 5 ASTRONOMIA: ESTUDO DO SISTEMA SOLAR EM SUA DIMENSÃO HISTÓRICA

### Astronomia

“A ciência humana de maneira nenhuma nega a existência de Deus. Quando considero quantas e quão maravilhosas coisas o homem compreende, pesquisa e consegue realizar, então reconheço claramente que o espírito humano é obra de Deus, e a mais notável”.

*Galileu Galilei*

#### 5.1 Um breve relato histórico sobre Astronomia

Não existe uma data precisa de quando começou o interesse do ser humano em observar os astros. Nossos antepassados começaram a observar os movimentos do sol, lua e estrelas, dentre outros, para ter uma distinção da época de plantio e colheita, várias civilizações como egípcios, babilônicos, sumérios, chineses foram capazes de elaborar complexos calendários baseados no movimento do sol e demais astros. Segundo MILONE (2018).

“As primeiras civilizações mais notáveis surgiram a partir de 5.500 anos atrás, em quatro regiões hidrográficas distintas do planeta: nas bacias dos rios Tigre e Eufrates (Mesopotâmia, região atual do Irã e Iraque), por volta do ano 3500 a.C., com os sumerianos; ao longo do rio Nilo (atual Egito) em torno de 3100 a.C.; nas margens do rio Indus (atual Índia) por volta de 2500 a.C.; e em torno do rio Amarelo (atual China) em cerca do ano 2000 a.C.” (MILONE, 2018, p. 15).

A astronomia é uma ciência natural que estuda os fenômenos que acontecem fora do planeta terra bem como a estrutura dos corpos celeste: planetas, estrelas, nebulosas como por exemplo. Segundo Milone (2018), muitas civilizações antigas criaram explicações mágicas para os movimentos do sol e dos planetas, como podemos ver:

“Os antigos babilônios pensavam no deslocamento noturno do Sol por debaixo do solo que era a morada dos mortos e os antigos egípcios (3200 a.C.) imaginavam o transporte do Sol no céu (corpo da deusa Nut) por um barco que durante a noite percorria um rio subterrâneo. Na Grécia clássica (600 a.C.), muitos afirmavam que a Terra era imóvel de modo que o Sol, deus Helios, percorria o céu numa grande carruagem.” (MILONE, 2018, p. 21)

Vários filósofos contribuíram para o desenvolvimento da Astronomia. Convém citar Platão que propôs a seus discípulos um problema que teve grande influência no desenvolvimento posterior sobre as teorias do sistema solar. A ideia de Platão era de que todo o Universo deveria ser explicável em termos de formas e figuras perfeitas, como círculos e esferas, e de movimentos uniformes”.

Os astrônomos gregos dedicavam-se ao estudo da ideia do centro do universo, que naquela época era o nosso sistema solar. A distância, nesta época, era medida em estádios e, Eratóstenes computou que 252.520 estádios equivaleriam a 40.000 km. Nessa proporção, o raio da Terra tinha aproximadamente 6.400 km. O valor atual é cerca de 6,378 km. Seus cálculos foram apresentados na sua obra “Sobre a medida da Terra” que infelizmente se perdeu. Mas são citados por Cleomedes, Theon de Smyrna e Strabo, como podemos observar no site: Observatório.

Podemos descrever inúmeras contribuições que os filósofos gregos construíram para a astronomia, podemos citar por exemplo o cálculo da distância Terra-Sol, efetuado por Aristarco. Aristarco estimando o valor da distância do Sol a Terra, estimou o valor do ângulo submetendo entre Terra e Lua, conforme pode ser visto na figura 03.

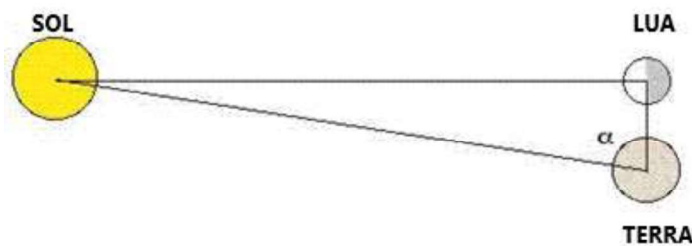


Figura 3: Distância do Sol a Terra e a Lua – Fonte do Autor

Uma simples relação trigonométrica dá:

$$\cos \alpha = \text{distância Terra-Lua} / \text{distância Terra-Sol}$$

Em virtude das limitações tecnológicas da época, Aristarco estimou o ângulo de aproximadamente  $\alpha \sim 87^\circ$ . Isto levou a um resultado muito menor que o medido atualmente. Para os cálculos atuais,  $\alpha \sim 89.853^\circ$ , fornecendo uma distância Terra-Sol de aproximadamente de  $1,4967 \times 10^8$  km. como podemos verificar no site observatório.

Muitas interrogações foram surgindo, acerca por exemplo das fases da Lua, da vida das estrelas, do movimento da Terra, do movimento do Sol e outras. Várias dessas perguntas levaram séculos para serem resolvidas e suas respostas têm suporte nas observações e contribuições de vários pesquisadores.

## 5.2 Sistema Solar

Atualmente não existe uma teoria cosmológica inteiramente satisfatória. A teoria mais aceita é a da Nebulosa Solar primitiva (NSP), inicialmente foi proposta por Laplace, em 1796, que consiste que os planetas seriam subprodutos da formação do Sol e todo o sistema solar teria sido formado pela matéria interestelar. Acredita-se que a formação das estrelas tem início quando uma nuvem interestelar se fragmenta e entra em colapso. Como Gregorio-Hetem e Jatenco-Pereira (2010) nos relatam. O processo de colapso da nebulosa solar gera formação de uma massa de gás em forma de disco com uma concentração de massa expressiva no centro.

A formação de estrelas teve início quando uma nuvem interestelar passa por processos de fragmentação e colapso. A massa crítica que deflagra a instabilidade inicial é a chamada Massa de Jeans (Massa de jeans é um termo para a massa que uma nuvem específica deve atingir antes de entrar em colapso), estabelecendo o nível abaixo do qual a nuvem não entra em colapso. O material central, que manteve sua temperatura após o colapso, deu origem ao Sol. Em virtude da variação de temperatura no disco, a condensação do material não ocorreu de forma homogênea. Os materiais voláteis, ou seja, tem baixo ponto de ebulição.

Situados nas partes mais externas do disco tiveram condições de se condensar, enquanto que aqueles situados nas partes internas não se condensaram. Este processo deu origem aos planetas maiores e mais distantes do Sol e aos planetas menores e mais próximos do Sol.

### 5.2.1 Objetos do Sistema Solar

Como Gregorio-Hetem e Jatenco-Pereira (2010) nos **mostra** que a definição de **planeta** sofre alteração em 24 de agosto de 2006, durante a XXVI Assembleia Geral da União Astronômica Internacional. Ficou estipulado como sendo um corpo celeste que **(a)** possua órbita do Sol; **(b)** esteja em equilíbrio hidrostático, ou seja, possui massa suficiente para que a auto-gravitação supere a rigidez do material, tomando a forma esférica; e **(c)** não possua corpos de massa semelhante nas proximidades de sua órbita.

Ficou definido também que o **Sistema Solar** oficialmente fica constituído por oito planetas *Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno*. Foi

criada uma nova classe de objetos chamados **Planetas Anões**, como por exemplo: *Ceres*, *Plutão* e *Eris* os primeiros membros desta nova categoria. Para ser planeta anão tem que obedecer aos itens (a) e (b), citados acima e não o (c). Também foi criada uma nova de objetos: os objetos **Trans-Netunianos**, sendo assim Plutão, que antes era planeta entra nessa nova classe. Então ficou definido que o sistema solar, seria composto pelo Sol, a estrela principal; pelos 8 (oito) planetas com seus satélites e anéis; pelos asteroides e cometas.

O Sol, como as outras estrelas, é uma esfera auto gravitante de gás ionizado cuja fonte de energia é a transmutação de elementos através de reações nucleares, isto é, da fusão nuclear de hidrogênio em hélio e, posteriormente, em elementos mais pesados. O Sol é o corpo dominante do sistema solar compondo, aproximadamente, 99,85% da massa do sistema solar. A massa do sol é, aproximadamente,  $M_{\odot} = 1,9 \times 10^{30}$  kg. Em geral, as estrelas tem massas entre  $0,08 M_{\odot}$  à  $100 M_{\odot}$ . Embora a temperatura solar efetiva seja extremamente alta, 5780 K, o sol é considerado uma estrela fria visto que as estrelas têm temperaturas efetivas de 2500 K a 30000 K.

Conforme a União Astronômica Internacional, um astro é classificado como planeta quando ele orbita em torno de uma estrela principal, tem forma determinada pelo equilíbrio hidrostático, aproximadamente esférica, e é um astro de dimensões predominantes entre os astros que se encontram em órbitas vizinhas. Os planetas são classificados em tipo terrestre ou tipo joviano.

Os planetas terrestres possuem rochas e metais pesados em suas composições químicas. As massas dos planetas terrestres são menores que a massa da Terra, que é  $5,97 \times 10^{24}$  kg. Outras características relevantes dos planetas terrestres são relativas ao tamanho e a densidade do planeta. Os planetas terrestres possuem densidades altas e tamanho reduzido quando comparado com os planetas jovianos. Em ordem decrescente de tamanho, os planetas Terra, Vênus, Marte e Mercúrio são os planetas terrestre do sistema solar. Entretanto, é muito comum nos referir aos planetas considerando a ordem em termos da sua distância em relação ao Sol.

A consolidação dos nossos conhecimentos sobre os planetas se deu, em grande parte, pelo envio de sondas espaciais. A mais famosa foi a sonda espacial Voyager<sup>1</sup> 1 e 2 que está ainda em atividade percorrendo o espaço. Por meio de um sobrevoo da sonda Mariner<sup>2</sup>, em 1974, tivemos a confirmação da superfície

crateriforme, semelhante à da Lua, do planeta Mercúrio. A sonda Messenger sobrevoou Mercúrio em 2008 e 2009 e o objetivo do sobrevoo era relativo à estrutura do planeta e ao seu campo magnético. <sup>2</sup>O planeta Mercúrio é o mais próximo do Sol e o menor planeta do sistema solar.

A sonda Mariner 10 em 1974, a Pioneer, a Venera, em 1967 e 1969, e a Magellan, em 1990, foram cruciais na consolidação do conhecimento sobre as condições da atmosfera e da superfície de Vênus, por exemplo. Vênus se assemelha a Terra pelo seu diâmetro, sua massa e sua densidade, que são um pouco inferiores às da Terra.

O aspecto externo da Terra, que o levou a ser chamado de planeta azul, foi descoberto em 1961 quando a espaçonave Vostok 1 realizou o primeiro sobrevoo orbital completo ao redor da Terra. Um dos tripulantes do voo, Yuri Gagarin, descreveu a Terra como um globo azul.

O último dos planetas terrestres, em ordem de distância do Sol, é Marte. Marte é um planeta muito brilhante de cor avermelhada, por isso seu apelido de “planeta vermelho”. A sonda Mariner 10, em 1965, a Mariner 6 e 7 em 1969, e a Mariner 9, em 1971, todas revelaram informações sobre o planeta, como seu relevo, marcado por crateras semelhantes às encontradas na Lua. As sondas Vikings 1 e 2, enviadas a Marte em 1975, tinham como objetivo a detecção de alguma forma de vida. Os resultados, porém, foram contraditórios e insuficientes. Porém a missão revelou características da superfície que foram de grande importância para a ciência sobre o planeta vermelho. O InSight (Exploração Interior usando investigações sísmicas, geodésia e transporte de calor). A mais recente exploração ao planeta, ocorreu em maio de 2018, uma missão espacial estadunidense operada pela NASA.

Algumas características dos planetas são de suma importância para conhecer suas peculiaridades e podem ser vistas na tabela abaixo.

Tabela 1: Características dos planetas do sistema solar. (Kepler 2003, p.138).

	Mercúrio	Vênus	Terra	Marte	Júpiter	Saturno	Urano	Netuno
Distância média ao Sol (10 <sup>6</sup> km)	57,9	108,2	149,6	227,94	778,4	1423,6	2867,0	4488,4

<sup>2</sup> Voyager 1 é uma sonda espacial norte-americana lançada ao espaço em 5 de setembro de 1977 para estudar Júpiter e Saturno prosseguindo e posteriormente para o espaço interestelar.

Período de Revolução	87,97d	224,7d	365,26d	686,98d	11,86a	29,46a	84,04a	164,8 <sup>a</sup>
Período de Rotação	58,6d	- 243,0d	23h 56m	24h 37m	9h48m	10h12m	-17h54m	19h 6m
Massa kg (10 <sup>22</sup> )	33	490	600	64	0,19	57000	87	10.000
Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	5,41	5,25	5,52	3,9	1,3	0,7	1,3	1,7
Temperatura °C	407 (d)	470 (d)	22 (d)	- 23 (d)	- 150 (n)	- 180 (n)	-210 (n)	-220 (n)
dia(d) noite(n)	-183 (n)	-43 (n)						
Gravidade Superficial (g Terra)	0,37	0,88	1	0,38	2,64	1,15	1,17	1,18
Números de Satélites	0	0	1	2	61	33	27	11
Velocidade de escape (km/s)	4,3	10,4	11,2	5	60	35,4	21	24

A composição química dos planetas jovianos consiste de elementos leves. Os planetas jovianos possuem densidade baixas e suas massas são da ordem de  $10^{25}$  a  $10^{27}$  e, portanto, maiores que a massa da Terra. Os planetas jovianos são: Júpiter; Saturno e Netuno, em ordem decrescente de tamanho.

As sondas Pioneer e Voyager, em 1973 e 1974 respectivamente, que sobrevoaram Júpiter, mostraram que o planeta tem cobertura gasosa, composta basicamente por hidrogênio e hélio, que se estende por muitos quilômetros de profundidade. Outras sondas visitaram o planeta, sendo a última a sonda Juno que foi lançada em 2011. Juno entrou na órbita de Júpiter em 2016 e suas atividades operacionais vão até 2021. Júpiter é o maior planeta do sistema solar.

O planeta Saturno é bastante conhecido por leigos pelos seus anéis. Embora o sistema de anéis esteja presente em todos os planetas jovianos, os anéis de Saturno são especiais. A sonda Pioneer 11, em 1979, e as sonda Voyager 1 e 2 em 1980 e 1981, respectivamente, mostraram que o planeta tem milhares de anéis separados por inúmeras divisões ou lacunas [2]. Os anéis de Saturno são constituídos, principalmente, por pequenas partículas de gelo, que refletem muito bem a luz e, por isso são de uma beleza incomparável. O sobrevoo da sonda Cassini, em 2004, revelou algumas informações sobre a atmosfera, sobre a composição e sobre a interação dos anéis com os satélites de Saturno.

Os anéis de Urano são compostos por partículas escuras e, portanto, são invisíveis da Terra. O mesmo acontece com os anéis de Júpiter e de Netuno. O sobrevoo da Voyager 2, em 1985, em Urano revelou aspectos da estrutura e da composição da atmosfera de Urano e levou a descoberta de novos satélites e de novos anéis do planeta.

A sonda Voyager 2 passou próxima a Netuno em 1989. Essa aproximação permitiu a coleta de dados sobre a sua composição química e seu campo magnético. Netuno foi o último planeta a ser descoberto. A sua descoberta aconteceu por volta de 1840 e foi uma consequência das análises das perturbações sofridas pela órbita de Urano.

A tabela 1 mostra algumas propriedades fundamentais dos planetas como a massa, o diâmetro, a distância ao Sol e a rotação. A determinação destas propriedades só foi possível com o avanço da Astronomia e de outras áreas da Física. Em particular, a rotação do planeta é detectada a partir da observação de aspectos da sua superfície, ou por medidas do efeito Doppler de ondas enviadas a ele ou por medidas da taxa de rotação do seu campo magnético.

Conforme a tabela 1, a massa também é uma propriedade fundamental do planeta. A massa do planeta é determinada a partir dos efeitos gravitacionais do planeta sobre algum objeto ao seu redor, por exemplo, um satélite natural ou uma nave espacial. Outras propriedades relevantes são o diâmetro do planeta e a sua distância ao Sol. A distância ao Sol é determinada por paralaxe geocêntrica ou por medidas de radar. Conhecendo-se a distância do planeta ao Sol, determina-se o diâmetro, a partir do tamanho angular. A distância ao Sol também é útil para estimar a temperatura efetiva do planeta. Se  $d$  é a distância do planeta ao Sol, a sua temperatura efetiva é proporcional a  $\sqrt{\frac{1}{d}}$ .

Segundo Müller, Saraiva & Kepler (2014) os asteroides são pequenos corpos (planetas menores), com órbitas no cinturão principal de asteroides, localizadas entre as órbitas de Júpiter e Marte, a uma distância média  $4,1888 \cdot 10^8$  km. Os asteroides orbitam o Sol aproximadamente no mesmo sentido dos planetas e tem tamanho menor que a Lua. Os primeiros asteroides foram descobertos por volta de 1800 e, a partir de 1992 foram descobertos vários asteroides além da órbita de Netuno.

Quando um asteroide entra em contato com as camadas da atmosfera, geram calor, por conta do atrito e, conseqüentemente surge um rastro brilhante que pode ser

visto facilmente a olho nu. Quando isso acontece a noite, é comumente chamado de estrela cadente. Entretanto atribuímos cientificamente o termo meteoro para descrever tal fenômeno. Assim, os meteoros são fenômenos que surgem quando pequenos asteroides se chocam com a atmosfera da Terra. A palavra vem do grego *meteoron*, que significa fenômeno no céu. Há aproximadamente 2000 asteroides com diâmetro superior a 1 km que se aproximam da Terra, colidindo com uma taxa aproximadamente 1 a cada 1 milhão de anos. Dois a três novos são descobertos por ano e suas órbitas são muitas vezes instáveis.

Existem alguns centros de observações de meteoros e meteoritos espalhados pelo mundo, para que haja um controle de observação e assim possa evitar possíveis impactos no nosso planeta, que possam ser prejudiciais à raça humana e ao planeta Terra. Podemos observar um exemplo o observatório nacional de Itacuruba, localizado na cidade de Itacuruba Pernambuco, administrado e coordenado pela UFRJ (Universidade Regional do Rio de Janeiro), que mantém as pesquisas e está aberto ao público para possíveis visitas de estudantes e pesquisadores. Como pode ser observado na figura 04 abaixo:



Figura 4: Observatório Astronômico do Sertão de Itaparica (OASI) – Foto do Autor.

Müller, Saraiva & Kepler (2014), nos mostram que os satélites são corpos celestes que giram em torno de planetas pela força da gravidade.

Outros objetos que compõem o sistema solar são os cometas. Segundo Kepler (2014) os cometas são constituídos de uma mistura de poeira e gelo, como ilustra a figura 03. Os cometas possuem órbitas elípticas bastante alongadas e, como

são objetos muito pequenos, são difíceis de serem observados mesmo com os telescópios. Entretanto, quando os cometas se aproximam do Sol, eles desenvolvem caudas brilhantes que algumas vezes podem ser vistas a olho nu (ver figura 05).

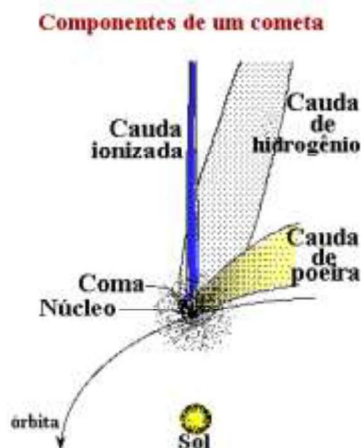


Figura 5: Componentes de um cometa <<http://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/Aula10-122.pdf>> Pesquisado em 12/07/2019 às 16:35.

Quando os cometas se aproximam do Sol, parte do gelo derrete, formando uma grande nuvem de gás e poeira ao seu redor, chamada de **coma**, com diâmetro aproximadamente 100.000 km ( $10^5$  km). A parte sólida e gelada no interior é chamado de **núcleo**, seu diâmetro pode ter aproximadamente 10 km. Com o calor e os ventos provenientes do Sol, forma-se uma calda a partir do gás e da poeira. A calda sempre aponta na direção oposta ao Sol e pode se estender até a distância de 1 UA ( $1,486 \cdot 10^8$  km) de comprimento.

## 5. 2.2 – **Objetos do Sistema Solar:**

### **O SOL**

O Sol é a estrela mais próxima da Terra e é graças a ela que existe vida na Terra, ela é basicamente uma bola de gás incandescente e temperaturas que chegam a 5.785 K, uma temperatura muito difícil de imaginar e está a uma distância de ( $1,496 \times 10^8$  km), embora esteja muito distante da Terra podemos assegurar que influencia diretamente na vida no nosso planeta. Como podemos observar nos livros de física.

O Sol como nos mostra KEPLER (2003) tem origem há milhões de anos através de uma grande nuvem de partículas, surgindo no nosso sistema solar. Como Kepler nos mostra em:

“só poderiam ter se formado de uma mesma grande nuvem de partículas em rotação. Essa hipótese sugeria que uma grande nuvem rotante de gás interestelar, a nebulosa solar, colapsou para dar origem ao Sol e aos planetas. Uma vez que a contração iniciou, a força gravitacional da nuvem atuando em si mesma acelerou o colapso. À medida que a nuvem colapsava, a rotação da nuvem aumentava por conservação do *momentum* angular e, com o passar do tempo, a massa de gás rotante assumiria uma forma discoidal, com uma concentração central que deu origem ao Sol”.

O Sol passou por todas essas transformações isso não foi da noite para o dia e sim através de centenas de centenas de (milhões de) anos e hoje ainda representa a vida no planeta Terra. Segundo Kepler (2003, p. 157)

“[...]as reações termonucleares, na qual quatro prótons são fundidos em um núcleo de hélio, com liberação de energia. O Sol tem hidrogênio suficiente para alimentar essas reações por bilhões de anos. Gradualmente, à medida que diminui a quantidade de hidrogênio, aumenta a quantidade de hélio no núcleo”.

A fonte de energia do sol, KEPLER (2003), nos mostra que são explosões termonucleares liberando energias armazenadas em campos magnéticos em sua atmosfera. Sempre procurou saber de onde vinha essa quantidade gigantesca de energia vinda do sol e só a partir do século XIX os cientistas presumiram que essa fonte de energia não poderia ser gerada por combustão pois se assim fosse só durariam cerca de 10 mil anos e estes mesmos estimaram a idade do sol cerca de bilhões de anos.

### ***Mercúrio***

O planeta mercúrio é o que mais está próximo do Sol, mesmo assim, é uma distância muito grande, cerca de 57.910.000 km, mesmo sendo tão perto não é o planeta mais quente, vênus é o planeta mais quente, detalhe que veremos mais adiante. Ele é o que possui a menor massa, em outras palavras é o menor entre os planetas do Sistema Solar. A temperatura na sua superfície pode chegar a 550°C. Segundo Echer (2011, p. 01).

“Ele é o menor planeta e de rotação mais lenta do sistema solar a ter um dínamo magnético ativo. A alta densidade média (5.43 g/cm<sup>3</sup>) observada indica que uma parte significativa do planeta que é ocupada pelo núcleo”.

Echer (2011) nos mostra que o planeta tem em sua composição silicatos e basaltos, sua estrutura parecendo com o nosso planeta Terra. Outro detalhe

importante é que Mercúrio não possui satélite e sua atmosfera é composta na maior parte por hélio e uma pequena quantidade de hidrogênio.

## **Vênus**

O planeta Vênus, muitos o conhecem como Estrela “Dalva” é o segundo planeta em relação ao Sol está a aproximadamente 108.200.000 km de distância, é o planeta de mais fácil visualização a olho nu. Segundo ECHER (2011). Vênus tem características semelhantes a Terra: a massa, o diâmetro e a gravidade são bem semelhantes. Outra semelhança é a atmosfera, composta por gás carbônico, nitrogênio e vapor d'água. É constituído de silicatos e basaltos. Segundo Echer (2011, p.5)

“Planeta gêmeo da Terra pela proximidade orbital e tamanho, Vênus, no entanto apresenta grandes diferenças na pressão e composição atmosféricas em relação a Terra. Sua rotação é muito lenta e no sentido oposto ao restante dos planetas. Além disso, Vênus não possui um campo magnético intrínseco na atualidade”.

Podemos observar em SOBRINHO (2003) que ele é muito parecido com a Terra, tem dimensões parecidas, estruturas de composição são semelhantes e a sua órbita também se assemelha bastante, tem também atmosfera densa com nuvens igual a nossa, porém diferencia por suas nuvens, são feitas de ácido sulfúrico e havendo também uma grande concentração de gás carbônico na atmosfera mantendo a temperatura média em torno de 460° C, dificultando a vida lá. Também não possui satélites naturais.

## **Terra**

O planeta Terra, nossa casa, é o terceiro planeta mais próximo do Sol, encontra-se a 149.600.000 km de distância desse. Terra que deveria ser chamada de planeta água, pois 2/3 de tudo é água e apenas 1/3 é de terra. É o planeta com condições favoráveis a vida. Segundo Sobrinho (2012). Sua atmosfera é composta por nitrogênio, oxigênio, vapor d'água e outros gases em menor quantidade. Corroborando com Sobrinho (2012, p. 03)

“Uma das grandes diferenças entre a Terra e os restantes planetas reside no seu dinamismo. A Terra apresenta, por exemplo, um ciclo da água e a sua superfície é constantemente rejuvenescida por meio de erupções vulcânicas ou através do material expelido por fendas submarinas. Embora a idade da Terra ronde os 4,5 mil milhões de anos a sua superfície tem uma idade da ordem dos 100 milhões de anos”.

Ela possui a temperatura média de 14°C. É constituído por silicatos e basaltos, e sua estrutura divide-se em núcleo, manto e crosta terrestre. O planeta possui apenas um satélite natural, a lua, nossa vizinha, que se encontra a cerca de 384.400 km de distância. A lua influencia diretamente no movimento das marés e das correntes marítimas.

### **Marte**

O planeta Marte, acreditamos que é o que mais nos fascina, também conhecido como planeta vermelho, na ordem é o quarto planeta mais próximo do sol, está a uma distância aproximadamente de 227.940.000 km. É um dos planetas que podem ser visto a olho nu. Segundo SOBRINHO (2012), nos mostra que é constituído por minérios de silicatos e basaltos, e sua atmosfera é composta basicamente por gás carbônico, nitrogênio e alguns vestígios de oxigênio, monóxido de carbono e vapor d'água. Podemos observar em Sobrinho (2012, p. 13).

“A superfície de Marte está coberta de crateras resultantes de impactos de meteoritos. Algumas delas são relativamente grandes. As crateras são mais abundantes no Hemisfério Sul o que significa que a superfície do Hemisfério Norte foi alvo de um processo de rejuvenescimento. No Hemisfério Sul a superfície eleva-se, em geral, 5 km acima do que acontece no Hemisfério Norte pelo que os dois hemisférios são designados, respetivamente, por Terras Altas e Terras Baixas”.

Marte apresenta uma coloração avermelhada devido à grande concentração de dióxido de ferro na sua superfície. Segundo SOBRINHO (2003) a sua atmosfera é menos densa e por isso ocorre uma variação de temperatura entre – 76°C e – 10°C, na sua superfície repleta de cratera, devido aos grandes choques com meteoros e meteoritos. Possui duas luas Forbos (medo) e Deimos (pânico), da mitologia grega, e o seu nome em homenagem ao Deus romano da guerra.

### **Júpiter**

Sobrinho (2012), nos mostra que Júpiter é o maior planeta do Sistema Solar possuindo uma massa 318 vezes maior que a da Terra. Ele é bem diferente dos outros

planetas mais próximos do Sol, ele é constituído de gases como hidrogênio, hélio, metano, amônia e vestígios de vapor d'água. Corroborando com Sobrinho (2012, p. 21)

“Embora Júpiter seja o planeta do Sistema Solar com maior massa (318 vezes a massa da Terra) a sua densidade é inferior à da Terra. O planeta é composto em grande parte por hidrogênio e hélio (71% hidrogênio molecular, 24% hélio atômico e 5% de elementos pesados). A parte mais exterior do planeta é composta por um envelope de H<sub>2</sub> e He. À medida que vamos descendo para o interior a temperatura e pressão aumentam fazendo com que o hidrogênio se torne primeiro líquido, e depois líquido metálico”.

Júpiter na sua atmosfera é composto basicamente por 86% de hidrogênio metálico e hidrogênio líquido e gás carbônico, ele é conhecido como o gigante gasoso, SOBRINHO (2012), mostra que ele se encontra aproximadamente a 778.330.000 km do Sol. A temperatura em sua superfície é muito baixa, chegando -100°C. Júpiter é formado por anéis constituídos de poeira fina e possui mais de 60 satélites naturais, vale destacar os 4 maiores (Io, Europa, Ganimedes e Calisto). Outra curiosidade que vale ressaltar são as grandes manchas na sua superfície “A grande e a pequena mancha vermelha”, que são furacões na superfície, que estão em atividade e que já duram por mais de 300 anos. Possuem anéis, porém são pouco conhecidos.

### **Saturno**

Outro planeta gigante também chamado de Joviano, como Júpiter também é um planeta gasoso, encontra-se a aproximadamente a 1.429.400.000 km do Sol e é o segundo maior planeta do Sistema Solar. SOBRINHO (2012) mostra que sua composição se assemelha à de Júpiter: hidrogênio, hélio, metano, amônia e vestígios de vapor d'água. Podemos observar em Sobrinho (2012, p. 27).

“A composição em massa da atmosfera de Saturno consiste em 92% de hidrogênio molecular, 6% de hélio atômico e 2% de outros gases. O facto da percentagem de hélio ser muito inferior à da atmosfera de Júpiter levanta um problema uma vez que, de acordo com o modelo de formação do Sistema Solar, os dois planetas devem ter-se formado na mesma época. Uma possível explicação tem a ver com o facto de Saturno ser menor. Nesse caso teria arrefecido mais rápido do que Júpiter e o hélio inicialmente existente na sua atmosfera terá caído mais rapidamente para o interior do planeta (análogo à precipitação do açúcar num chá mais frio...).

SOBRINHO (2012), nos mostra que a temperatura na superfície pode chegar a -140°C. Esse planeta é muito conhecido pelos seus anéis, compostos por gelo e poeira, que refletem até 80% da radiação solar, por isso que os anéis ficam tão

visíveis. Saturno possui 18 satélites naturais, sendo o maior deles conhecido como Titã.

### **Urano**

Urano é outro gigante gasosos como já foi mencionado aqui, também é um planeta Joviano, é o terceiro maior planeta do Sistema Solar, estando a aproximadamente, 2.880.990.000 km do Sol. SOBRINHO (2012), nos mostra que suas características se assemelham às de Júpiter e Saturno. Sobrinho (2012, p. 33)

“A atmosfera de Urano é composta em 82.5% por hidrogênio, 15.2% por hélio e 2.3% por metano. E a presença do metano que dá o tom azulado ao planeta. A temperatura na alta atmosfera é de  $-218^{\circ}\text{C}$ . Isto explica a ausência de amoníaco e água como existe nas atmosferas de Júpiter e Saturno onde a temperatura é mais elevada. Assim, as poucas nuvens observadas em Urano são compostas por metano”.

É constituído por gases como hidrogênio 92%, hélio 6% e 2% de outros gases, que lhe confere a cor azulada. SOBRINHO (2003) nos mostra que a sua densidade é muito baixa, é o planeta com menor densidade do sistema solar, a sua temperatura é muito baixa podendo chegar a  $-200^{\circ}\text{C}$ . Na sua atmosfera possui ventos que chegam a 1800 km/h. Saturno possui mais de 60 satélites naturais, alguns deles grande como Titã, que é a segunda maior lua do sistema solar, perdendo apenas para Gamínides, que já foi citado aqui.

### **Neptuno**

O planeta Netuno também chamado de Neptuno, é outro planeta gigante gasoso ou Joviano. SOBRINHO (2012) nos relata que foi descoberto em 1845 e não pode ser visto a olho nu. É o último planeta do Sistema Solar em relação ao Sol, estando a cerca de 4.504.300.000 km de distância desse. Segundo Sobrinho (2012, p. 35), as características do planeta Netuno são:

“A temperatura no topo da atmosfera é de  $-218^{\circ}\text{C}$ . O facto de Neptuno estar mais longe do Sol do que Urano e, mesmo assim, ter uma temperatura semelhante, significa que deve existir em Neptuno uma fonte de calor interna (como acontece em Júpiter e Saturno). Provavelmente Neptuno ainda está a passar por um processo de contração gravitacional”.

Podemos observar como SOBRINHO (2003), nos mostra que Netuno se assemelha muito com o planeta urano: tamanho, aspecto e composição atmosférica. A sua temperatura na atmosfera chega a  $-218^{\circ}\text{C}$ , muito baixa. Netuno possui mais de 10 satélites naturais, vale destacar o maior deles que é Tritão. Ele possui um

conjunto de anéis finos e escuros, que se assemelha aos de Urano, é por causa do gás metano que torna essa cor azulada na sua superfície.

### 5. 2. 3 Modelos do Sistema Solar

A dinâmica dos planetas, como a conhecemos hoje, passou por um longo período de evolução. Dentre os modelos propostos para o movimento dos planetas é conveniente citar o modelo geocêntrico e o modelo heliocêntrico. Em ambos os modelos, os planetas conhecidos na época, executavam órbitas circulares, diferendo, apenas um do outro, de qual dos astros, Terra ou Sol, ocuparia o lugar central da órbita.

#### **Geocentrismo**

Embora o modelo Geocêntrico tenha sido proposto originalmente por Hiparco de Rodas, no século II a.C, foi Cláudio Ptolomeu, século II d.C que o elaborou e, por essa razão, é conhecido também como modelo ptolomaico. As ideias de Ptolomeu foram defendidas em seu livro “intitulado Almagesto”. O modelo geocêntrico afirmava que a Terra era o centro do universo e que os demais planetas, juntamente com Sol, orbitavam ao redor dela. Neste modelo os astros estariam em órbitas como esferas concêntricas e, conforme mostra a figura 06, giravam em torno da terra na seguinte ordem: Lua, Mercúrio, Vênus, Sol, Marte, Júpiter e Saturno.

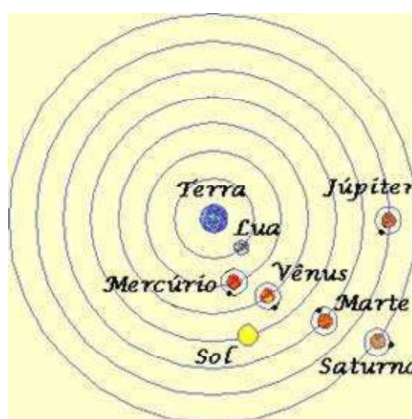


Figura 6: Teoria Geocentrista – <<https://brasilescola.uol.com.br/geografia/geocentrismo-heliocentrismo.htm>>. Pesquisado em 12/07/2019 às 16:26.

O modelo geocêntrico simplificado de Ptolomeu é apresentado na Figura 04.

Na figura 07 temos um círculo menor, chamado epíclito e, um círculo maior chamado deferente. Os planetas, representado pelo ponto M, tem um movimento

circular uniforme sobre o epiciclo cujo centro é representado pelo ponto E. O centro do epiciclo, por sua vez, se move com movimento circular uniforme sobre o deferente, cujo centro é representado pelo ponto C. A linha que passa pelo centro do deferente, na horizontal, é chamada de apsides. Na

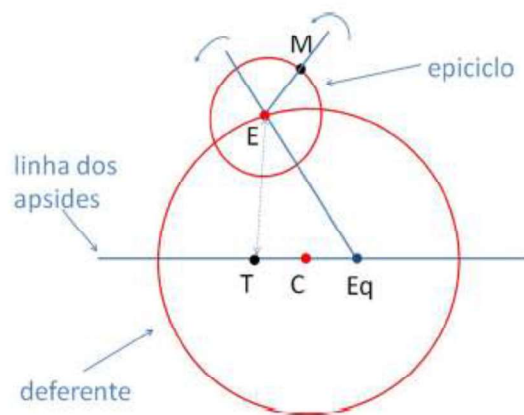


Figura 7: Modelo de Ptolomeu para as trajetórias de um planeta, como Marte, em torno da Terra. linha das apsides encontram-se a Terra, à esquerda do ponto c, e outro ponto, chamado equante, denotado por Eq, à direita do ponto C. A Terra e o equante estão deslocados igualmente do ponto C.

A diferença entre o modelo geocêntrico de Ptolomeu e o modelo de Hiparcos é a presença do equante. O equante foi introduzido por Ptolomeu para compatibilizar a teoria com o movimento não uniforme dos planetas. Ptolomeu conseguiu descrever com boa exatidão, para a época, as posições dos planetas e explicar o movimento retrógrado de alguns planetas, como pode ser visto pela figura 08. Em virtude dos resultados razoáveis obtidos por Ptolomeu, o modelo geocêntrico foi utilizado por mais de mil anos.

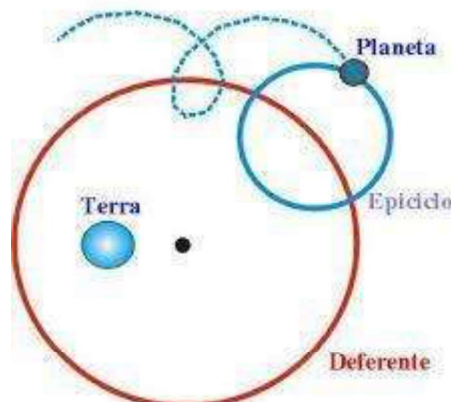


Figura 8: Os epiciclos de Ptolomeu - Livro ABCD da astronomia e astrofísica pág 42.

A ideia da Terra imóvel foi se firmando e ganhando muita força. Alguns argumentos foram defendidos, tendo como base experimentos do cotidiano que poderiam ser reproduzidos facilmente. Um desses experimentos seria, por exemplo, o ato de atirar um objeto para o alto, perpendicularmente ao chão, quando não houver vento. O resultado deste experimento mostra que o objeto cai no mesmo lugar onde foi lançado. Na época, esperava-se que, caso houvesse movimento da Terra, em qualquer que fosse a direção, o resultado seria a queda do objeto em outro ponto e não no ponto de partida. A razão para se pensar assim é que, havendo movimento, enquanto o objeto estivesse no ar, o solo deveria se deslocar e, conseqüentemente, o objeto deveria cair em um lugar diferente de seu ponto de partida. O resultado do experimento era tido como demonstração da imobilidade da Terra.

### ***Heliocentrismo***

Aristarco de Samos foi o primeiro a propor a ideias heliocêntricas no século III a.C. porém, elas não foram aceitas. Somente a partir do século XV, com o advento do Renascimento e da Reforma Religiosa, que Nicolau Copérnico (1473 – 1543) retomou a ideia de Aristarco.

As ideias de Copérnico foram publicadas em 1543. Nesta publicação Copérnico procurou demonstrar que a adoção do Sol, como centro das órbitas dos planetas, simplificaria a descrição do movimento planetário ao mesmo tempo que explicava as observações, também de maneira mais simples, contempladas pelo modelo geocêntrico. Convém observar que as posições previstas para os planetas, obtidas por Copérnico, não eram melhores que as previstas por Ptolomeu.

Dentre as contribuições à Astronomia fornecidas por Copérnico, ao utilizar o modelo heliocêntrico, convém destacar:

1. Dedução, pela primeira vez, da escala relativa das distâncias dentro do sistema solar. Isto o levou a colocar os planetas em ordem de distância ao Sol e a determinar as distâncias dos planetas ao Sol, em termos da distância Terra-Sol. A tabela 2 mostra uma comparação dos valores obtidos por Copérnico, para os raios orbitais dos planetas, e os valores atuais.

Tabela 2: Tabela 2: A tabela compara raios médios das órbitas planetárias (em U.A.) obtidos por Copérnico com valores aceitos atualmente. Livro Curso de Física Básica 1 pág. 191

Planeta	Raio médio da órbita em U. A. ( $r_T = 1U.A.$ )	
	Copérnico	Atual
Mercúrio	0,3736	0,3871
Vênus	0,7193	0,7233
Marte	1,5198	1,5237
Júpiter	5,2192	5,2028
Saturno	9,1743	9,5388

2. Explicação do movimento retrógrado dos planetas como uma consequência da relação inversa entre a distância do planeta ao Sol e a velocidade orbital do planeta. Quanto mais próximo do Sol está o planeta, maior é a sua velocidade orbital.

Esse movimento retrógrado, se explica melhor quando se observa que o planeta se move ao longo de um pequeno círculo chamado epiciclo, no qual o centro se move em um círculo maior chamado de deferente. O planeta fica em uma posição um pouco afastada do centro do deferente (O deferente é um círculo excêntrico, isto é, quando dois círculos ou duas esferas cujos centros não coincidam. Em relação ao outro planeta), Ptolomeu introduziu ainda o equante, que é um ponto ao lado do centro do deferente oposto à posição da Terra, em relação ao qual o centro do epiciclo se move a uma taxa constante. O movimento retrógrado como pode ser visto na figura 09 abaixo, consiste no movimento de um planeta em direção oposta à de outros corpos de seu sistema solar, como pode ser explicado em (Moysés 2002).



Figura 9: Movimento Retrógrado de Marte - Livro ABCD da astronomia e astrofísica pág 43.

Os trabalhos de Copérnico não tiveram boa aceitação no âmbito religioso, entretanto eles trouxeram um novo impulso à Astronomia Observacional. Após os trabalhos de Copérnico, as primeiras observações de grande valor foram feitas por Tycho Brahe, já no final do século XVI. Em virtude da inexistência de telescópio, todas as observações de Brahe foram feitas a olho nu. Por outro lado, os instrumentos utilizados por Brahe eram de grandes proporções e cuidadosamente calibrados. Brahe conseguiu realizar observações da posição das estrelas e dos planetas com uma precisão notável para a época.

Convém enfatizar que Brahe não defendia o sistema de Copérnico, mas propôs um sistema em que os planetas, exceto a Terra, giravam em torno do Sol e este, por sua vez, orbitava a Terra.

### 5.3 Leis de Kepler

Após a morte de Brahe, os registros das suas observações ficaram aos cuidados do seu assistente e sucessor no observatório, Johannes Kepler. Dentre os registros observacionais, existia um número considerável de registros para o planeta Marte. Utilizando esses registros Kepler conseguiu traçar a órbita da Terra a partir das diferentes posições da Terra após cada período sideral de Marte. A órbita traçada, dessa forma, ajustava-se bem a um círculo excêntrico.

Ao estudar a órbita de Marte, Kepler também tentou ajustá-la a um círculo. Entretanto, a tentativa foi frustrada, visto que após muito esforço, persistia um pequeno desvio. Convém ressaltar que esse desvio era compatível com a precisão obtida por Copérnico, mas não concordava com os registros de Brahe. Em virtude da alta confiança, creditada nos registros de Brahe, por Kepler, ele decidiu abandonar qualquer ideia sustentada na relação entre a geometria de figuras perfeitas e as

órbitas planetárias. Assim, após um longo tempo de estudo e de tentativa de traçar a órbita de Marte, Kepler acabou descobrindo que a órbita era uma elipse, com o Sol situado num dos focos. A ideia foi generalizada para os outros planetas e assim obteve a sua primeira lei, a qual enuncia-se da seguinte forma:

**Primeira lei de Kepler** (lei das órbitas): As órbitas descritas pelos planetas em redor do Sol são elipses, com o Sol num dos focos.

A figura 10 mostra uma ilustração da órbita planetária traduzida pela primeira lei de Kepler. Conforme a figura temos o Sol em um foco  $F$ , o semieixo maior da elipse, indicado por  $a$ , e a semidistância focal indicada por  $c$ .

As órbitas limitadas podem ser circular ou elípticas. Podemos determinar as órbitas pela sua excentricidade. A excentricidade é uma grandeza que relaciona o

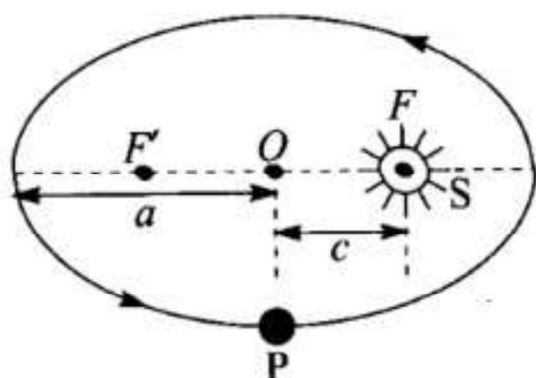


Figura 10: Órbita planetária da 1ª Lei de Kepler. – Fonte: <<https://www.infoescola.com/astrologia/leis-de-kepler/>>, pesquisado em 20-07-2020

quociente entre a semi-reta que liga o centro da elipse ao foco (OF) e a semi-reta que liga o centro da elipse até ela (OB), como podemos observar na figura 11 abaixo

$$e = \frac{OF}{OB}$$

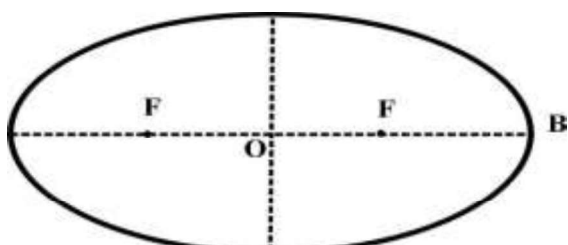


Figura 11: Elipse mostrando a excentricidade – Fonte do autor

A razão  $\frac{c}{a}$  é chamada de excentricidade  $e$ , ela informa a quão achatada é a elipse. Para  $e=0$  a

elipse reduz a um círculo. Podemos entender que na prática quanto menor o valor de  $e$ , mais circular é o formato da elipse, vale ressaltar que na circunferência a excentricidade é nula. Vale observar as excentricidades dos planetas na tabela 3.

Tabela 3: Órbitas elípticas. Curso de Física Básica – Vol. 1. Mecânica. Herch Moysés Nussenzveig, pg. 194

Planeta	$e$
Mercúrio	0,206
Vênus	0,007
Terra	0,017
Marte	0,093
Júpiter	0,048
Saturno	0,056

Outro resultado proveniente das análises de Kepler é relativo a não uniformidade do movimento do planeta ao longo da órbita. Este resultado foi sintetizado como a segunda lei:

**Segunda lei de Kepler** (lei das áreas): *raio vetor que liga um planeta ao Sol Descreve áreas iguais em tempos iguais.*

A segunda lei de Kepler estabelece que a velocidade orbital não é uniforme, mas varia de forma regular. O planeta possui maior velocidade quando está mais próximo do sol e menor quando está mais afastado. É atribuído os termos periélio e afélio aos pontos nos quais o planeta está mais próximo e mais afastado do Sol, respectivamente, como pode ser visto na figura 12.

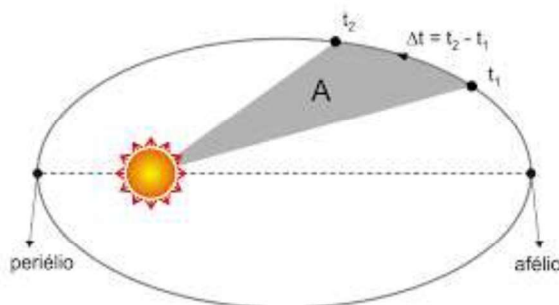


Figura 12:

<[http://osfundamentosdafisica.blogspot.com/2016/11/cursos-do-blog-mecanica\\_21.html](http://osfundamentosdafisica.blogspot.com/2016/11/cursos-do-blog-mecanica_21.html)> pesquisado em 18 de Nov /2019 as 21:35

Por muito tempo Kepler procurou correlacionar as órbitas planetárias por meio de alguma regularidade ligando os raios médios das órbitas e os períodos de revolução dos planetas. Após muitos anos de estudo ele chegou a tal regularidade a qual consiste em sua terceira lei:

**Terceira lei de Kepler (lei dos períodos)** - O quadrado do período orbital dos planetas é diretamente proporcional ao cubo de sua distância média ao Sol.

A terceira lei informa que, se  $R_1$  e  $R_2$  são os raios orbitais de dois planetas e  $T_1$  e  $T_2$  os seus respectivos períodos orbitais, então

A terceira lei foi formulada dez anos após a segunda lei. Embora muito estudo tenha sido empregado, para Kepler a terceira lei apareceu na sua cabeça como que fosse soprada por obra divina e, talvez por essa razão tenha sido rejeitada inicialmente por ele mesmo, Moysés (2000, p.195).

Como uma verificação da sua terceira lei, Kepler fez um teste considerando os dados de Copérnico para os períodos de revolução e para os raios médios dos planetas, conhecidos na época. A tabela 4 mostra a semelhança entre os valores obtidos por Kepler, usando os dados de Copérnico, e os valores atuais.

Tabela 4: A tabela compara raios médios das órbitas planetárias (em U.A.) obtidos por Copérnico com valores aceitos atualmente. Livro Curso de Física Básica 1 pág. 191. Inserir no final da tabela

Planeta	Valores de Copérnico		Valores Atuais			
	T (anos)	R (U.A.)	$T^2/R^3$	T (anos)	R (U.A.)	$T^2/R^3$
Mercúrio	0,241	0,38	1,06	0,241	0,387	1,00
Venus	0,614	0,72	1,01	0,615	0,723	1,00
Marte	1,881	1,52	1,01	1,881	1,524	1,00
Júpiter	11,8	5,2	0,99	11,862	5,203	1,00
Saturno	29,5	9,2	1,12	29,457	9,539	1,00

Consideremos num plano, dois pontos  $F_1$  e  $F_2$  distantes um do outro por  $2c > 0$  e seja  $a > c$ .

Elipse é o lugar geométrico dos pontos de um plano onde a soma das distâncias a dois pontos fixos desse plano é constante. Como mostra a figura 13.

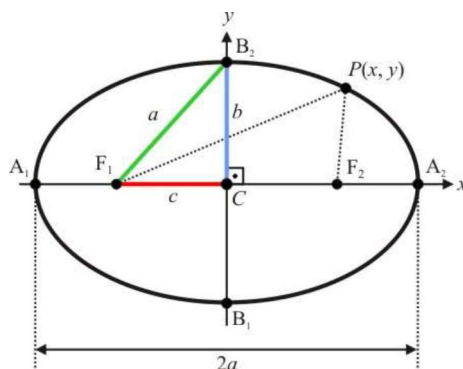


Figura 13: Elipse

Ao conjunto dos pontos  $P$  pertencentes ao plano, tais que:

$$(1) \quad d(P, F_1) + d(P, F_2) = 2a$$

dá-se o nome de Elipse.

Os elementos de uma elipse são:

**Foco:** São os pontos  $F_1$  e  $F_2$ ;

**Distância focal:** é a distância  $2c$  entre os pontos;

**Centro:** é o ponto médio  $C$  do segmento  $F_1F_2$ ;

**Eixo maior:** é o segmento  $A_1A_2$  de comprimento  $2a$  (o segmento  $A_1A_2$  contém os focos e os seus eixos extremos)

**Eixo menor:** é o segmento  $B_1B_2$  de comprimento  $2b$  (o segmento  $B_1B_2$  é ortogonal ao segmento  $A_1A_2$  no ponto  $C$ ;

**Vértices:** são os pontos  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $B_1$  e  $B_2$ .

A **excentricidade** exprime o “achatamento” da elipse, que já foi discutido aqui neste capítulo, e é dada pela divisão:

$$e = \frac{c}{a}$$

Em toda a elipse, vale a relação pitagórica:

$$(2) \quad a^2 = b^2 + c^2$$

Vamos, agora, demonstrar a equação da elipse:

Seja  $P(x, y)$  um ponto genérico de uma elipse, cujos focos são:

$F_1(-c, 0)$  e  $F_2(c, 0)$ .

Temos que:

$$(3) \quad d(P, F_1) = \sqrt{(x+c)^2 + y^2}$$

$$(4) \quad d(P, F_2) = \sqrt{(x-c)^2 + y^2}$$

Pela equação (1) temos que:

$$d(P, F_1) + d(P, F_2) = 2a$$

Substituindo (3) e (4) na relação acima, obtemos:

$$\sqrt{(x+c)^2 + y^2} + \sqrt{(x-c)^2 + y^2} = 2a$$

$$\sqrt{(x+c)^2 + y^2} = 2a - \sqrt{(x-c)^2 + y^2}$$

Elevamos ambos os lados ao quadrado:

$$(x+c)^2 + y^2 = 4a^2 - 4a\sqrt{(x-c)^2 + y^2} + (x-c)^2 + y^2$$

$$x^2 + 2xc + c^2 = 4a^2 - 4a\sqrt{(x-c)^2 + y^2} + x^2 - 2xc + c^2$$

$$4xc = 4a^2 - 4a\sqrt{(x-c)^2 + y^2}$$

Dividimos ambos os lados por 4:

$$cx = a^2 - a\sqrt{(x-c)^2 + y^2}$$

$$cx - a^2 = -a\sqrt{(x-c)^2 + y^2}$$

$$a^2 - cx = a\sqrt{(x-c)^2 + y^2}$$

Elevamos, novamente, ambos os lados ao quadrado:

$$a^4 - 2a^2cx + c^2x^2 = a^2[(x-c)^2 + y^2]$$

$$a^4 - 2a^2cx + c^2x^2 = a^2(x^2 - 2cx + c^2 + y^2)$$

$$a^4 - 2a^2cx + c^2x^2 = a^2x^2 - 2a^2cx + a^2c^2 + a^2y^2$$

$$a^4 + c^2x^2 = a^2x^2 + a^2c^2 + a^2y^2$$

$$a^4 + c^2x^2 - a^2x^2 = a^2c^2 + a^2y^2$$

$$a^4 + x^2(c^2 - a^2) = a^2c^2 + a^2y^2$$

$$x^2(c^2 - a^2) - a^2y^2 = a^2c^2 - a^4$$

Multiplicamos por  $-1$ :

$$x^2(a^2 - c^2) + a^2y^2 = a^4 - a^2c^2$$

$$x^2(a^2 - c^2) + a^2y^2 = a^2(a^2 - c^2)$$

Dividimos ambos os lados por  $a^2(a^2 - c^2)$ :

$$\frac{x^2(a^2 - c^2)}{a^2(a^2 - c^2)} + \frac{a^2y^2}{a^2(a^2 - c^2)} = \frac{a^2(a^2 - c^2)}{a^2(a^2 - c^2)}$$

$$(5) \quad \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{a^2 - c^2} = 1$$

Da relação (2) temos:

$$a^2 = b^2 + c^2$$

$$(6) \quad b^2 = a^2 - c^2$$

Substituindo (6) em (5), obtemos:

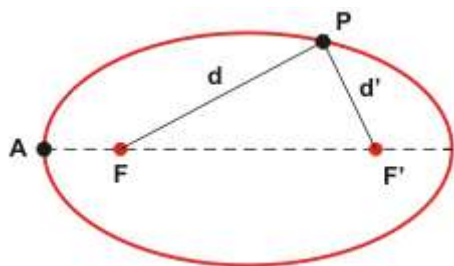
$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

Que é a equação reduzida da elipse.

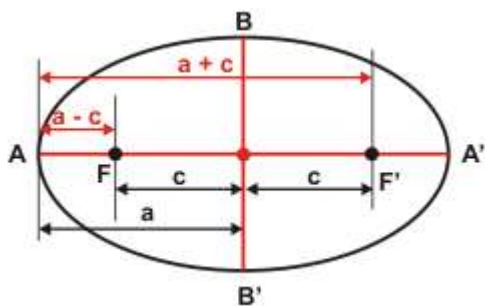
Considere a elipse das figuras abaixo, podemos observar a relação entre os semieixos e a distância focal de uma elipse.

Relação entre semieixos e a distância focal de uma elipse

Seja uma elipse com um eixo  $A$ , sendo  $F$  e  $F'$  as distâncias focais e um ponto  $P$  na elipse,  $d$  e  $d'$  as distâncias do ponto  $P$  aos focos da elipse

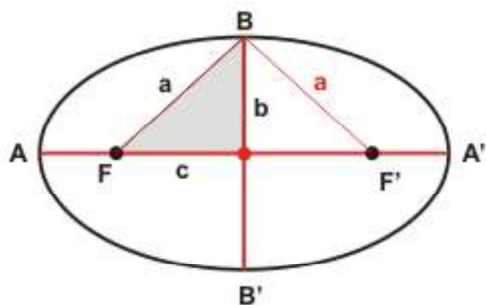


Ponto P  $\gg \gg d + d'' = k = \text{constante}$



Ponto A  $\gg \gg d + d'' = k \gg \gg a - c + a + c = k \gg \gg$

Logo  $k = 2a$



Ponto B  $\gg \gg d + d' = 2a \gg \gg d + d'' = a$

No triângulo cinza podemos verificar que:

$$a^2 = b^2 + c^2$$

## 5.4 Gravitação Newtoniana

### 5.4.1 A Lei de Força

Como vimos na seção 4.3, as leis de Kepler, as quais descrevem o movimento planetário, foram formuladas empiricamente. Kepler não sabia qual era a razão para tal movimento. Um pouco mais tarde, quando Isaac Newton estudou o movimento dos planetas descobriu que as leis de Kepler poderiam ser deduzidas a partir das suas leis de movimento, quando aplicadas ao movimento dos planetas. Isto o conduziu a formulação da teoria da Gravitação Universal. Assim, foi Isaac Newton quem forneceu

uma explicação mais completa para movimento dos planetas e para o tipo de força que atua sobre os corpos. Corroborando com as ideias de Kepler (2014).

Segundo Kepler (2014), Isaac Newton compreendeu que a Terra exercia uma atração sobre os objetos que estão sobre a superfície e deduziu que esta força se estendia até a Lua, com base nessa observação, ele pensou na hipótese de uma força universal entre os corpos e esta relação se aplicaria a qualquer corpo que faz parte do universo.

Então usando este argumento de Newton, podemos estender para uma órbita circular sem ter grande perda nos cálculos, pois os diversos planetas a excentricidade da órbita elíptica são muito pequenos, de modo que é possível tomá-la como circular com uma boa aproximação.

Para uma órbita circular, a segunda lei de Kepler, implica que o movimento é uniforme e, neste caso, a aceleração é dada por:

$$\vec{a} = -\omega^2 R \hat{r} \quad (01)$$

onde R é o raio da órbita e  $\hat{r}$  são o vetor unitário na direção radial. Seja m a massa de um planeta em órbita em torno do Sol, de massa M. Pela aplicação da Segunda lei de Newton, a força que atua sobre o planeta é dada por:

$$\vec{F} = \frac{-4\pi^2 m R \hat{r}}{T^2} \quad (02)$$

onde  $\omega = \frac{2\pi}{T}$ .

A Terceira lei de Kepler garante que  $c = \frac{R^3}{T^2}$  onde c tem o mesmo valor para todos os planetas. Em termos desta constante, a eq. 02, torna-se:

$$\vec{F} = \frac{-4\pi^2 m c \hat{r}}{R^2} \quad (03)$$

Soma-se a esses argumentos o fato que, pela Terceira lei de Newton, o planeta exerce sobre o Sol uma força igual e contrária, que deve ser proporcional a massa do Sol. Com esse raciocínio, Newton foi levado a expressão:

$$\vec{F} = -G \frac{mM}{R^2} \hat{r} \quad (04)$$

onde G é uma constante universal, seu valor atual é  $6,67408 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$ . A equação 04 exprime a lei de Gravitação de Newton.

A interação gravitacional é a mais fraca das quatro interações fundamentais. Entretanto, nas aplicações à Astronomia, a interação gravitacional é a mais importante. Isto se deve ao fato de que as massas, na escala astronômica, são

extremamente elevadas e, além disso, os grandes acúmulos de matéria são comumente, eletricamente neutros, restando apenas efeitos de caráter gravitacional entre eles. Como Kepler (2014), nos relata.

A força gravitacional é uma força central. Por essa razão, vamos analisar as propriedades das forças centrais na subseção 4.4.2.

#### 5.4.2 Propriedades da Força Central

Diz-se que uma partícula está sujeita a uma força central, numa dada região, quando a força  $\vec{F}$  exercida sobre a partícula, em qualquer ponto P dessa região, obedece essencialmente a duas condições:

- A força  $\vec{F}$  está dirigida segundo a linha que liga P a um ponto fixo O, chamado de centro de força;
- A magnitude de  $\vec{F}$  depende somente da distância  $r = OP$  ao longo de centro de força.

Estas condições implicam que  $F$  tem o mesmo valor em todos os pontos de uma esfera de raio  $r$ , com centro em O, como pode ser visto na figura 14. Se  $\hat{r}$  é o vetor unitário na direção radial OP, as condições 1 e 2 equivalem a:

$$\vec{F} = F(r)\hat{r} \quad (05)$$

onde  $F(r)$  pode ser positiva, indicando que a força tem caráter repulsivo, ou negativa, quando a força é atrativa.

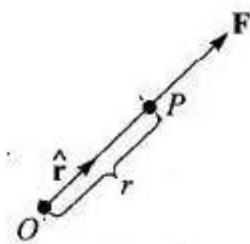


Figura 14: Força Central. (Curso de física 1 – H. Moysés Nussenzveig p. 137)

Segundo Moysés (2011), para analisar o comportamento de partículas sujeitas a forças centrais é útil considerar um sistema constituído por duas partículas, de massa  $m_1$  e  $m_2$ , com localização em relação ao ponto fixo O, dada por  $r_1$  e  $r_2$ , respectivamente, como ilustra a figura 15. As únicas forças que atuam sobre o sistema são devido a interação potencial U. Por simplicidade vamos considerar que a função

U seja dependente apenas da posição relativa r.

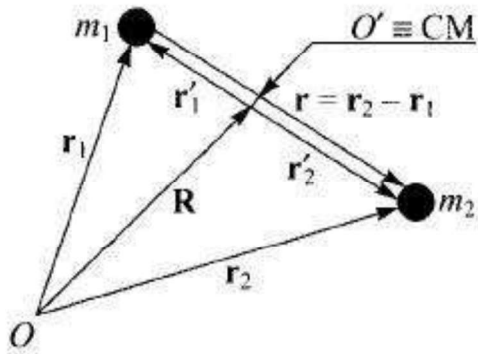


Figura 15: Interação entre duas partículas (Curso de física 1 – H. Moysés Nussenzveig p. 217)

Usando a definição de centro de massa:

$$\mathbf{R} = \frac{m_1 \vec{r}_1 + m_2 \vec{r}_2}{m_1 + m_2} \quad (06)$$

É possível mostrar que o movimento das duas partículas relativo ao centro de massa, sujeitos a uma força central, pode ser reduzido ao movimento de uma única partícula, com massa  $m$ , movendo-se em relação ao centro de força sendo este a origem do sistema de coordenadas. A massa  $m$  é chamada de massa reduzida e é dada por:

$$R = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} \quad (07)$$

Corroborando com Kepler (2014), A descrição do movimento das partículas ganha uma simplificação adicional tendo em conta que a energia potencial depende apenas da distância  $r$ , logo o campo de força tem simetria esférica. Qualquer eixo que passa pelo centro de força é um eixo de simetria do campo e, o sistema é, portanto, invariante sob rotação em torno desse eixo. Consequentemente o momento angular,

$$\vec{l} = \vec{r} \times \vec{p} \quad (08)$$

é uma constante de movimento. Uma consequência imediata da conservação do momento angular é que o movimento se dá num plano fixo normal ao vetor momento angular. Assim, o problema é reduzido a um problema bidimensional.

A forma da órbita descrita por partículas sujeitas a forças centrais é determinada pelas propriedades mecânicas do sistema, a energia e o momento angular, e pela propriedade geométrica, a excentricidade da órbita. As órbitas podem ser limitadas e ilimitadas (abertas). A órbita é limitada quando a distância da partícula ao centro de força está compreendida entre dois valores extremos, isto é  $r_{min} \leq r$

$\leq r_{m\acute{a}x}$  . A partícula pode dar voltas indefinidamente sempre dentro de um anel, com  $r_{min} \leq r \leq r_{m\acute{a}x}$  sem que a trajetória jamais se feche. Assim, nem todas as órbitas fechadas são limitadas. É interessante saber qual é a forma que a lei de força deve assumir para que as órbitas sejam fechadas. O teorema de Bertrand afirma que todas as órbitas limitadas são fechadas apenas para forças centrais atrativas que são inversamente proporcionais ao quadrado da distância ou diretamente proporcionais à distância. Logo, uma partícula sujeita a força gravitacional executa órbitas fechadas (Nivaldo Lemos, 2007).

#### 5.4.3 A força gravitacional e as leis de Kepler

Como vimos na subseção 4.4.2, para sistemas sujeitos a forças centrais, o momento angular é uma constante de movimento. A conservação do momento angular leva a conservação de outra quantidade bastante útil. Seja uma porção infinitesimal da trajetória correspondente a um deslocamento  $dr$  , a partir do ponto P, como ilustra a figura 16.

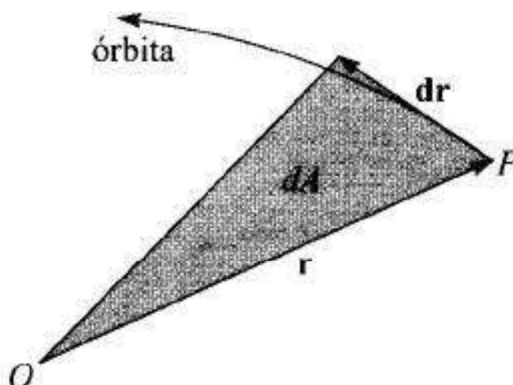


Figura 16: Área varrida. (Curso de física 1 – H. Moysés Nussenzveig p. 233)

Conforme a figura 11, o vetor  $r$  varre um triângulo, com área infinitesimal dada por:

$$dA = \frac{1}{2} \mathbf{r} \times d\mathbf{r} \quad (09)$$

A taxa com a qual essa área é varrida denomina-se velocidade setorial e,

$$\frac{dA}{dt} = \frac{1}{2} v r \times drl = \frac{1}{2m} v r \times drl = \frac{l}{2m} \quad (10)$$

Observamos, na equação 16 que, como o momento angular  $l$  é constante, a velocidade setorial é também uma constante de movimento. Isto significa que o vetor posição varre áreas iguais em tempos iguais e, conseqüentemente, a velocidade orbital da partícula não é uniforme, mas varia de forma regular. O resultado expresso na equação 16 foi obtido empiricamente por Kepler ao estudar o movimento planetário, que é um caso específico de sistemas sujeitos a força central. Por essa razão, o resultado é comumente conhecido como Segunda Lei de Kepler.

A é uma figura geométrica desenvolvida em torno de dois focos, que se parece muito com uma circunferência, achatada em uma dada direção. A distância entre seus focos, nada mais é que a medida do seu grau de achatamento, que define uma quantidade conhecida como “excentricidade” e, que já foi mencionada neste capítulo, que varia entre 0 e 1 e é tanto mais próxima de zero quanto mais próxima de um círculo for a elipse, como nos mostra o site infoescola.

Graças a estas relações Kepler conseguiram definir que as órbitas não eram circunferências, como se acreditava até então, mas sim elipses. A distância de um dos focos até o objeto, mais a distância do objeto até o outro foco, é sempre igual, não importando a localização do objeto ao longo da elipse.

Vamos considerar que as forças de atração exercidas entre planetas e satélites são desprezíveis, pelo fato das suas massas serem muito menores em relação à massa do Sol, observada na figura 17.

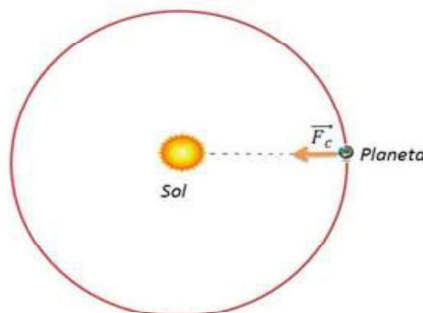


Figura 17: Planeta em órbita do Sol. – fonte do autor

Como o planeta de massa ( $m$ ) orbita ao redor do Sol, em um movimento circular, sabemos que a velocidade angular ( $\omega$ ) e a força resultante sobre o planeta é a força centrípeta ( $F_c$ ), é dada por:

$$F_c = mw^2r \quad (11)$$

Em que:

$F_c$  = força centrípeta;

$m$  = massa do planeta;

$w$  = velocidade angular do planeta;

$r$  = raio da órbita do planeta.

$A$  = velocidade angular é dada por:

$$w = \frac{2\pi}{T} \quad (12)$$

Em que:

$T$  = período de revolução do planeta.

Substituindo a equação 11 na equação 12, temos:

$$F_c = m \left( \frac{2\pi}{T} \right)^2 r$$

$$F_c = \frac{m4\pi^2 r}{T^2} \quad (13)$$

Podemos notar que a força centrípeta é a força de atração gravitacional entre o Sol e o planeta. Assim, considerando a massa do Sol como ( $M$ ) e o raio da órbita do planeta como ( $r$ ), que é a distância entre o Sol e o Planeta, a Lei da Gravitação Universal pode ser escrita da seguinte forma:

$$F_c = G \frac{Mm}{r^2} \quad (14)$$

Em que:

$$G = 6,67 \times 10^{-11} N \cdot \frac{m^2}{Kg^2} \text{ (constante universal da gravitação);}$$

Igualando a equação 13 com a 14, teremos:

$$\frac{m4\pi^2 r}{T^2} = G \frac{Mm}{r^2}$$

Logo:

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{GM} r^3 \quad (15)$$

Podemos observar a equação 15 e notando que o termo  $\frac{4\pi^2}{GM}$  é constante, pois todas são incógnitas constantes, como a constante  $\pi$ , temos também a constante gravitacional  $G$  e a massa da Também é uma constante  $M$ .

Assim a equação pode ser escrita mostrada na equação 16.

$$T^2 = Kr^3 \quad (16)$$

Com base nas explicações propostas neste capítulo, tentamos dar um embasamento teórico da física, no tocante a astronomia, para melhor desenvolver a metodologia ativa PI (Peer Instruction), sendo assim uma melhor maneira de compreensão dos conceitos a respeito do assunto, visto que no capítulo seguinte será abordado conteúdos de astronomia e a escolha da utilização da metodologia ativa, nada mais é que a busca da qualidade de ensino aprendizagem.

## 6 METODOLOGIA DA INVESTIGAÇÃO

O trabalho está dentro da abordagem de pesquisa qualitativa de investigação. Nesta a ênfase dada é a valorização dos aspectos subjetivos e interpretativos. Também centramos no caráter descritivo das situações de ensino. Para o autor Robert Stake a pesquisa qualitativa pretende investigar o que está acontecendo e funcionando. Para ele esta modalidade de pesquisa é preciso fazer uma descrição profunda desses acontecimentos (STAKE, 2011).

Bogdan e Biklen (1994) entendem que na pesquisa qualitativa a fonte mais importante para coleta dos dados é o ambiente natural tendo o investigador como principal instrumento. Em nosso caso entendemos que o ambiente de investigação é o espaço escolar onde buscamos refletir e avaliar o uso de uma proposta alternativa de ensino de física voltada para introdução da astronomia no ensino fundamental.

### 6. 1 O contexto escola e organização dos horários de intervenção

A presente pesquisa foi realizada na Escola de Ensino Fundamental José Ferreira de Menezes. Trata-se de um colégio público municipal, localizado na Rua Pedro Guilherme da Silva, Vila Fátima, na cidade de *Juazeiro do Norte* – CE. Possui 475 alunos (segundo dados do Censo Escolar de 2018) em Ensino Fundamental I e Ensino Fundamental II.

O método *Peer Instruction* foi aplicado a uma turma de 40 alunos do Ensino fundamental II, na disciplina de ciências, que contempla o ensino de Química, Biologia e Física. O conteúdo abordado pelo método foi Astronomia cuja importância está amparada pelo discurso legislativo estabelecido pela atual BNCC voltada para o ensino fundamental (BRASIL, 2017). Na escola o Ensino Fundamental de Ciências oferece três aulas semanais, com duração de 50 minutos cada. A intervenção foi organizada em 6 aulas que correspondeu 2 semanas (participaram 39 alunos, 17 meninas e 21 meninos). As aulas no ano de 2019, nesta turma, eram as terças (01 aula) e sextas-feiras (02 aulas). Na terça-feira, a aula iniciava às 14:40h com término às 15:30h. Na sexta-feira, eram duas aulas seguidas, separadas por um intervalo de 30 minutos, sendo que a primeira aula, iniciava às 14:40h com término às 15:30h, e a segunda aula tendo início às 16:00h com término às 16:50h.

## **6.2 Planejamento da sequência de ensino focando a aplicação do Peer Instruction**

### *6.2.1 Cartões respostas e coleta de dados em sala*

Para dar suporte à pesquisa, foram confeccionados cartões com as alternativas: A; B; C; e D – Flash Cards. Cartões que foram utilizados pelos alunos da escola, facilitando a coleta dos dados. A figura 18 mostra o resultado da confecção dos cartões que corresponde a uma alternativa de escolha. A figura 19 mostra um momento didático em que os estudantes do ensino fundamental usam a estratégia para apontarem respostas as questões apresentadas pelo professor.



Figura 18: Flash Cards: Alternativas de A à D. Figura do Autor

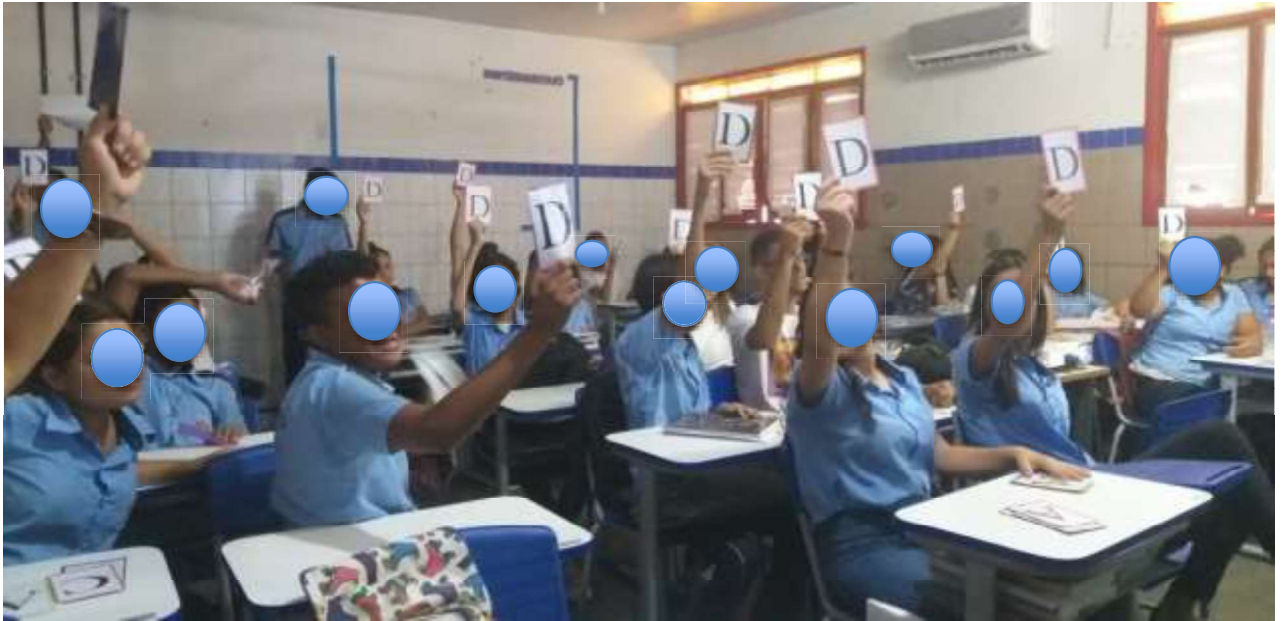


Figura 19: Flash Cards sendo utilizados. (Foto do Autor)

Cada aluno recebeu um Flash Card. Após a leitura dos testes conceituais pelos alunos, os alunos levantaram a plaquinha contendo a sua resposta. Como sugere a estratégia apresentada no capítulo 4 registramos todas as respostas fornecidas pelos alunos e no quadro foi feito a contagem estatística mostrando o processo matemático e a porcentagem de cada alternativa, como mostra a figura 20 (somente 34 estudantes participaram).

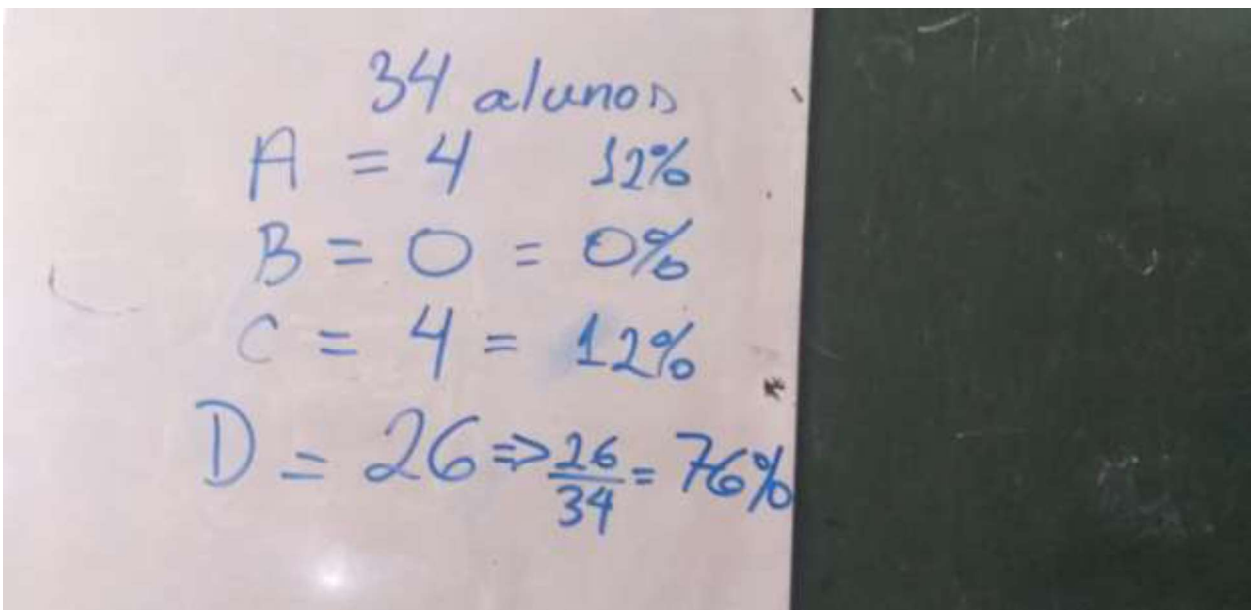


Figura 20: O cálculo da porcentagem da uma questão. (foto do Autor)

### 6.2.2 Exposição de aula: Estudo do sistema solar

Quanto ao direcionamento da aula, apresentamos brevemente o conteúdo abordado, e logo após, os alunos eram submetidos a testes conceituais, expostos em um projetor ligado ao *notebook* do professor, como mostra a figura 21.



Figura 21: Breve explicação. (foto do Autor)

Reiteramos que algumas das principais características da estratégia Peer Instruction são:

- estudo prévio (ou seja, incentivar o aluno a aprender com fontes primárias)
- feedback constante aluno-professor
- interação constante
- o aluno tem que participar

### 6.2.3 Uso de vídeos aulas

Para complementar o processo de intervenção. Apresentamos um vídeo para discutir o conteúdo sobre o Sistema Solar. É importante dizer que o vídeo foi elaborado pelo próprio autor considerando os recursos digitais disponíveis na internet. Para isso disponibilizamos estes recursos no canal do youtube do autor onde os alunos

poderiam ter acesso por meio do link: <https://www.youtube.com/channel/UC5oqyfyLGiuBvEbbSs6L19g>.

Abaixo (figuras 22 e 23) mostramos uma imagem desse vídeo e o canal no youtube:

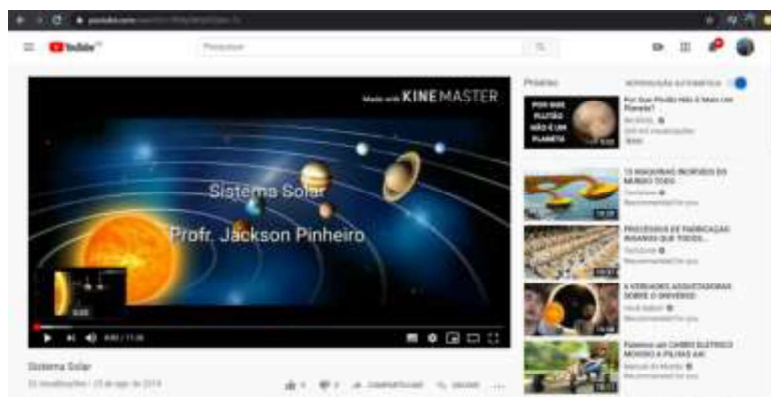


Figura 22: Vídeo aula Sistema solar (foto do Autor)

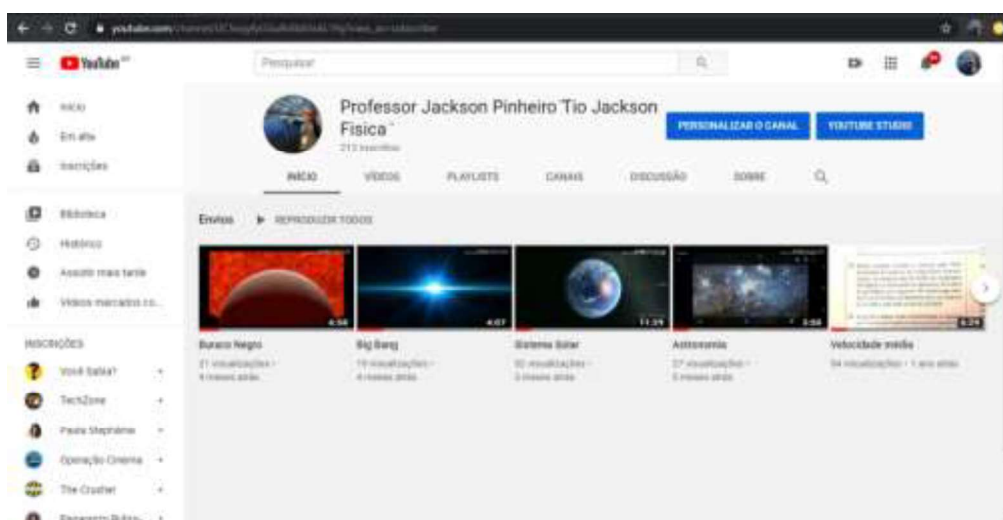


Figura 23: Canal do Youtube do Autor (foto do Autor)

#### 6.2.4 Resolução de problemas com uso do Peer Instrucion

Os testes conceituais eram constituídos de questões de múltipla escolha, cada qual com quatro opções de resposta, sendo que apenas uma delas estava correta. Abaixo mostramos algumas questões exploradas:

1ª) Assinale a alternativa correta sobre o Sistema Solar:

- a) Todos os astros possuem luz própria.
- b) As estrelas são astros que giram ao redor dos planetas.
- c) O Sistema Solar não apresenta uma estrela central.
- d) Os planetas não possuem luz própria e giram ao redor de uma estrela.

2ª) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas:

O movimento de \_\_\_\_\_, em que a Terra gira ao redor de seu próprio \_\_\_\_\_, é responsável pela formação dos \_\_\_\_\_ e das \_\_\_\_\_.

- a) rotação, Sol, anos, estações.
- b) rotação, eixo, dias, noites.
- c) translação, Sol, dias, estações.
- d) translação, eixo, anos, noites.

3ª) (ENEM-2002) Nas discussões sobre a existência de vida fora da Terra, Marte tem sido um forte candidato a hospedar vida. No entanto, há ainda uma enorme variação de critérios e considerações sobre a habitabilidade de Marte, especialmente no que diz respeito à existência ou não de água líquida. Alguns dados comparativos entre a

PLANETA	Distância ao Sol (km)	Massa (em relação à terrestre)	Aceleração da gravidade ( $m/s^2$ )	Composição da atmosfera	Temperatura Média
TERRA	149 milhões	1,00	9,8	Gases predominantes: Nitrogênio (N) e Oxigênio (O <sub>2</sub> )	288K (+ 15°C)
MARTE	228 milhões	0,18	3,7	Gas predominante: Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	218K (-55°C)

Terra e Marte estão apresentadas na tabela. Com base nesses dados, é possível afirmar que, dentre os fatores abaixo, aquele mais adverso à existência de água líquida em Marte é sua:

- a) grande distância ao Sol.
- b) massa pequena.
- c) aceleração da gravidade pequena.
- d) temperatura média muito baixa.

4ª) Questão: Vida em outros planetas?

Desde a invenção do telescópio, há 400 anos, sábios e acadêmicos vêm, com toda a razão, se perguntando se existe, de fato, vida extraterrestre. Até então prevalecia a tese de Aristóteles, de que a Terra e seus habitantes eram uma exceção cósmica. Mas a observação pelo telescópio provou: os corpos celestes em nossa vizinhança não são essencialmente diferentes do nosso planeta. A Lua tem cordilheiras, Júpiter possui luas próprias e Marte, polos congelados. Mas a verdade é que, até agora, nem com os melhores telescópios e as mais

elaboradas sondas espaciais foi encontrada vida em outros planetas de nosso Sistema Solar. Na melhor das hipóteses, é possível imaginar que haja espécies de micróbios das mais simples em Marte ou em Europa, uma das luas de Júpiter. E ainda existem outros sóis. No mínimo, 100 bilhões deles só na nossa galáxia, a Via Láctea. Parte deles se parece, em boa medida, com o nosso astro rei: eles brilham com intensidade semelhante e têm idades similares. (Revista GEO. Febre Planetária. Disponível em: [www.revistageo.com.br](http://www.revistageo.com.br). Acesso em: fevereiro de 2012.)

- a) Segundo o texto, o que foi provado que existe vida em Marte;
- b) Segundo o texto não existe outro planeta com condições de ter vida no universo;
- c) Pode haver vida em Europa;
- d) Não existe vida em Marte.

Como nos ensina a proposta já apresentada em capítulos anteriores o aluno **submetia** sua resposta através do *flash card* de maneira individual, como já mencionado e mostrado na figura 3. Como vimos se o índice de acertos fosse superior a 70%, considerava-se que o tópico relativo à questão foi bem compreendido pela turma, mas mesmo assim, o professor explicava brevemente a resposta e passava para o tópico seguinte, sem explicações profundas. Se o índice de acertos fosse inferior a 30%, era entendido que o tópico em questão não foi bem compreendido pela maioria dos alunos e o professor precisaria voltar a explicar o conteúdo abordado. Neste caso teria que apresentar novamente um teste sobre o assunto (que podia ser o mesmo teste aplicado ou outro diferente), reiniciando o ciclo. Mas se o índice de acertos ficasse entre 30% e 70%, era necessário a ação de organização da turma em pequenos grupos. O professor, então, estimulava a discussão entre os membros do grupo, sem construir a resposta correta (entendemos como um processo de renegociação de significados que era combinado pelos próprios estudantes). Logo após a discussão, cada aluno submetia sua resposta, novamente de maneira individual como mostra a figura 24.

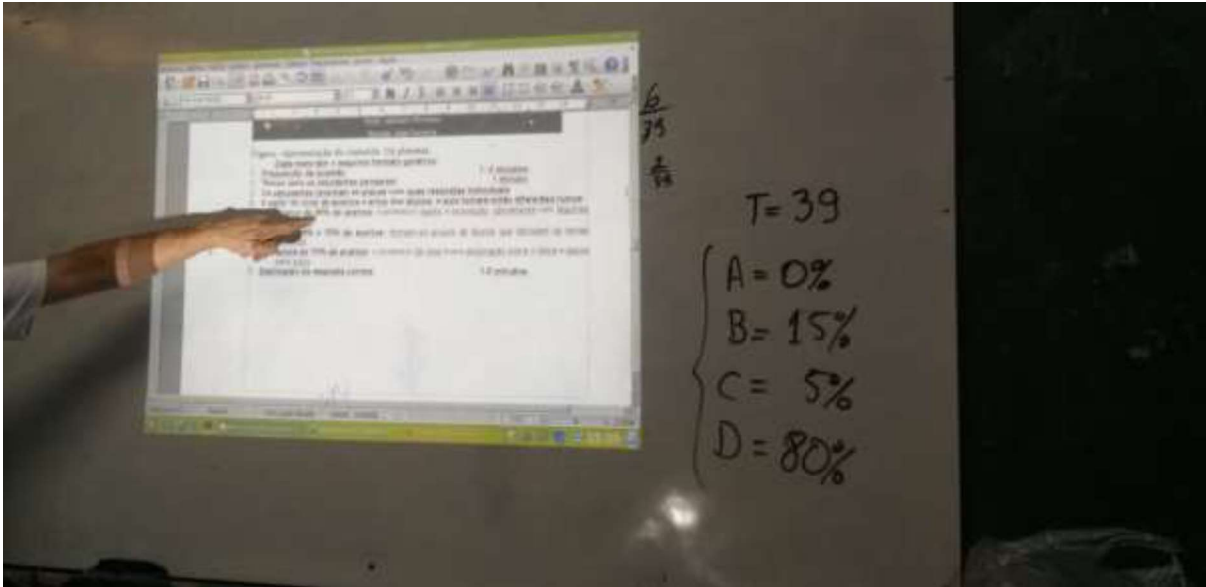


Figura 24: Protocolo do Peer Instruction e cálculo da Percentagem de acertos (Foto do Autor)

#### 6.2.5 Problematizando o conteúdo do programa por meio do Peer Instruction

O conteúdo foi aplicado em três aulas semanais, com uma aula reservada ao esclarecimento de dúvidas referente aos questionários e as outras duas para a aplicação dos testes conceituais, durante duas semanas o material listado abaixo serviu de apoio para a sequência de aulas PI pelo docente.

- 01 *datashow*;
- 01 *notebook*;
- 01 *Flash Cards (conjunto de cartões para cada aluno)*;
- 01 celular ou computador em casa para acessar as vídeo aulas.

Nesta pesquisa, os temas foram, de acordo com o livro texto do colégio José Monteiro (CANTO, 2018): CIÊNCIAS NATURAIS Aprendendo com o cotidiano, capítulo 9 Gravitação. 9º ano. Ed. Moderna.

Abaixo, é mostrada, na tabela 05, uma a descrição resumida das aulas, os temas e o período em que foram ministradas.

Tabela 5: Descrição resumida das aulas.

Descrição das aulas
---------------------

Dias do Mês de Dezembro. (em 2019)	Capítulo	Descritores	Avaliações/Atividades realizadas
03 (01 Aula)	Apresentação da Peer Instruction	D15 - Inferir o sentido de uma palavra ou expressão e o D18 - Reconhecer o tema ou assunto de um texto lido.	Breve exposição da matéria
06 (02 Aulas)	Astronomia: Sistema Solar	D17(D12/4EF) – Identificar os astros do sistema solar.	Breve exposição da matéria e testes conceituais com discussões.
09 (02 aulas)	Astronomia: Os Planetas	D11 – Relacionar o tempo de movimentação dos astros com sua distância em relação ao Sol.	Breve exposição da matéria e testes conceituais com discussões, listas de exercícios para ser estudada em casa e uma avaliação.
13 (01 Aula)	Astronomia: O Sol e os Planetas	D10 – Relacionar o dia, a noite e as estações do ano aos movimentos da Terra.	Confeccionar um cubo “Merge Cube Holográfico”

## 7. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 7.1 Apresentação da proposta aos alunos

Reiteramos que toda intervenção aconteceu em 6 aulas em quatro encontros e aconteceu no mês de Dezembro de 2019. Na 1ª aula foi dada uma explicação aos alunos sobre o que é o método Peer instruction e o que são metodologias ativas (Breve resumo). Explicação como iriam acontecer as aulas e a distribuição dos cartões e sua utilização. Foi um momento de muita curiosidade dos estudantes, parecia tudo novo para eles, receberam com entusiasmo os cartões respostas e consideraram interessante a aula, aprecia uma brincadeira, assim sentimos boa aceitação da proposta.

Para passar o conteúdo “Sistema Solar”, foi desenvolvida um vídeo aula, que como dissemos, está disponível no canal do Youtube intitulado: “Tio Jackson Física” <<https://www.youtube.com/channel/UC5oqyfyLGiuBvEbbSs6L19g>>. Tivemos a ideia de organizar esta página na internet para ajudar os estudantes a organizarem seu tempo de estudo, ou seja, poderem assistir os vídeos no tempo mais apropriado. Poderiam assistir em casa no seu celular ou no computador. Notamos que todos dispunham do aparelho celular, como também, da internet para ter acesso as vídeo aulas. No intuito de estimular os alunos a assistirem os vídeos, foram propostos para eles duas questões: “o que eles mais gostaram no vídeo e o que menos gostaram no vídeo”.

## 7.2 Explicação do conteúdo “O Sistema Solar” para os estudantes e resolução de problemas por meio do Peer Instruction

Na 2ª e 3ª Aula – Breve explicação do conteúdo de uns 7 – 10 minutos com auxílio do Data show. Como pode ser visto na figura 25.



Figura 25: Apresentação do conteúdo sistema solar (foto do Autor)

Aplicamos 4 testes sobre o conteúdo sistema solar e 4 testes sobre os planetas (totalizando 8 questões). Cujo formato genérico é discutido abaixo.

Cada teste foi trabalhado da seguinte maneira, primeiro propusemos a questão em que os alunos tinham de 1 a 2 minutos para ler e entender o problema. Em seguida foi dado o tempo de 1 minuto para os alunos pensarem. Os estudantes levantam as placas com suas respostas individuais. Depois analisamos os acertos e os erros. Conforme as orientações do método Peer Instruction se os acertos fossem menores que 30% teríamos que repetir o assunto de outras, caso esta percentagem estivesse no intervalo entre 30 e 70%, organizávamos os grupos para o debate consensual sobre a possível respostas corretas e caso essa percentagem fosse superior a 70% uma breve explicação sobre o tema teria que ser feita prosseguindo para próxima questão.

Como foi explicado no capítulo de metodologia exploramos questões com os estudantes. Na sequência mostramos os resultados quantitativos revelado pela turma:

1ª) Assinale a alternativa correta sobre o Sistema Solar:

- a) Todos os astros possuem luz própria.
- b) As estrelas são astros que giram ao redor dos planetas.
- c) O Sistema Solar não apresenta uma estrela central.
- d) Os planetas não possuem luz própria e giram ao redor de uma estrela.

Disponível: <https://brainly.com.br/tarefa/24486510>

Nesta questão, obtivemos uma porcentagem de 80% de acerto. Conforme as orientações da estratégia Peer Instruction, uma breve explicação foi dada e seguimos para a questão dois. O resultado mostra que a maioria dos estudantes possuíam certo domínio sobre conceitos elementares da astronomia.

A questão dois é apresentada abaixo:

2ª) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas:  
O movimento de \_\_\_\_\_, em que a Terra gira ao redor de seu próprio \_\_\_\_\_, é responsável pela formação dos \_\_\_\_\_ e das \_\_\_\_\_.

- a) rotação, Sol, anos, estações.
- b) rotação, eixo, dias, noites.
- c) translação, Sol, dias, estações.
- d) translação, eixo, anos, noites.

Disponível: < <http://www.colegioplinioleite.com.br/wp-content/uploads/2020/03/CI%C3%80NCIAS-GABARITO-6%C2%BA-ANO.pdf>>

Nesta questão obtivemos uma porcentagem acima de 70%, demos uma explicação da questão mostrando o resultado correto e passamos para a próxima questão.

A terceira questão problematizada foi extraída do repositório de questões que caíram no ENEM (Exame Nacional do Ensino médio) e ela é apresentada a seguir:

3ª) (ENEM-2002) Nas discussões sobre a existência de vida fora da Terra, Marte tem sido um forte candidato a hospedar vida. No entanto, há ainda uma enorme variação de critérios e considerações sobre a habitabilidade de Marte, especialmente no que diz respeito à existência ou não de água líquida. Alguns dados comparativos entre a

Terra e Marte estão apresentadas na tabela. Com base nesses dados, é possível afirmar que, dentre os fatores abaixo, aquele mais adverso à existência de água líquida em Marte é sua:

PLANETA	Distância ao Sol (km)	Massa (em relação a terrestre)	Aceleração da gravidade ( $m/s^2$ )	Composição da atmosfera	Temperatura Média
TERRA	149 milhões	1,00	9,8	Gases predominantes: Nitrogênio (N) e Oxigênio (O <sub>2</sub> )	288K (+ 15°C)
MARTE	228 milhões	0,18	3,7	Gas predominante: Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	218K (-55°C)

- a) grande distância ao Sol.
- b) massa pequena.

- c) aceleração da gravidade pequena.
- d) temperatura média muito baixa.

Disponível: <http://fisicaevestibular.com.br/novo/wp-content/uploads/migracao/enem/33/ENEM33.html>

Nesta questão eles tiveram maior dificuldade e a porcentagem ficou acima de 30% e abaixo de 70%, como mostrado na figura 26. A porcentagem de acertos foi de 41%, neste caso pelo, seguindo as orientações do Peer Instrucion já descrito, foram formadas 9 equipes composto por 4 alunos e uma equipe com 3 alunos. Após os alunos discutirem entre si, o teste foi aplicado novamente e a porcentagem acertos aumentou, chegou acima de 70%, então demos uma breve explicação novamente e seguimos para a quarta questão.

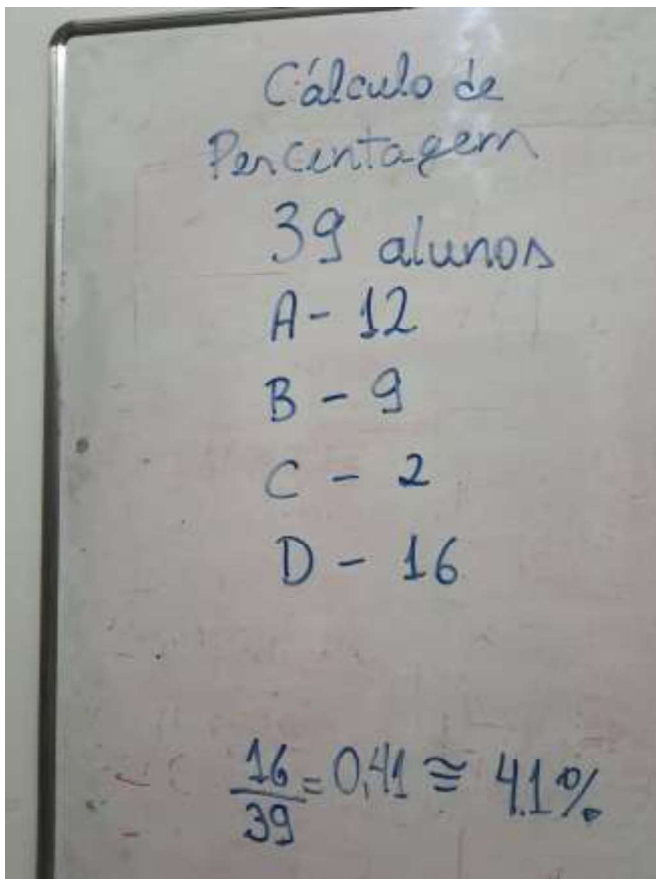


Figura 26: Um recorte do cálculo da porcentagem de uma questão - Foto do Autor

4ª) Questão: Vida em outros planetas?

Desde a invenção do telescópio, há 400 anos, sábios e acadêmicos vêm, com toda a razão, se perguntando se existe, de fato, vida extraterrestre. Até então prevalecia a tese de Aristóteles, de que a Terra e seus habitantes eram uma exceção cósmica. Mas a observação pelo telescópio provou: os corpos celestes em nossa vizinhança

não são essencialmente diferentes do nosso planeta. A Lua tem cordilheiras, Júpiter possui luas próprias e Marte, polos congelados. Mas a verdade é que, até agora, nem com os melhores telescópios e as mais elaboradas sondas espaciais foi encontrada vida em outros planetas de nosso Sistema Solar. Na melhor das hipóteses, é possível imaginar que haja espécies de micróbios das mais simples em Marte ou em Europa, uma das luas de Júpiter. E ainda existem outros sóis. No mínimo, 100 bilhões deles só na nossa galáxia, a Via Láctea. Parte deles se parece, em boa medida, com o nosso astro rei: eles brilham com intensidade semelhante e têm idades similares. (Revista GEO. Febre Planetária. Disponível em: [www.revistageo.com.br](http://www.revistageo.com.br). Acesso em: fevereiro de 2012.)

- a) Segundo o texto, o que foi provado que existe vida em Marte;
- b) Segundo o texto não existe outro planeta com condições de ter vida no universo;
- c) Pode haver vida em Europa;
- d) Não existe vida em Marte.

Disponível: <http://www.xixdemarco.com.br/provas/2016/ef-6ano/geografia/1pp.geografia.6ano.elida.pdf>

Na quarta questão, o percentual de acertos ficou entre 30 e 70%. Seguindo a mesma estratégia da questão anterior foram rearranjados os grupos da mesma maneira da situação anterior. Foi um momento de muita participação dos alunos. Notamos que a maior parte estavam realmente envolvidos na busca da resolução do problema em um processo de muita interação. A questão quatro foi proposta novamente e percentual de acertos ficou acima de 70%, novamente uma breve explicação foi feita e a terceira aula foi concluída.

No final da terceira aula, foi disponibilizado um novo conteúdo (vídeo-aula) sobre “O Sol e os Planetas”, que está inserido no canal do Youtube “Tio Jackson Física” <<https://www.youtube.com/channel/UC5oqyfyLGiuBvEbbSs6L19g>>. O interesse do vídeo foi fazer com que os alunos fossem estimulados.

Na quarta e na quinta aula, com o auxílio de um Datashow, figura 27, foi apresentado o conteúdo referente ao Sol e os Planetas, a duração como de praxe foi de 7 a 10 minutos. Finalizado a exposição do assunto, aplicamos a questão cinco.



Figura 27: Apresentação do conteúdo. Os planetas. (Foto do Autor)

As questões abaixo, foram extraídas da internet.

5ª) Planeta Júpiter poderá ser observado neste domingo

“Neste domingo (5), das 16h e 22h, o planeta Júpiter poderá ser admirado em detalhes pelos pernambucanos. De acordo com a equipe do Observatório Astronômico do Alto da Sé, em Olinda, o planeta estará em oposição e ficará no céu durante 12 horas, a noite inteira. Visível a olho nu, Júpiter acompanhará o movimento de rotação da terra, de leste para oeste”. (NE10, 04/01/2014. Disponível em: <http://ne10.uol.com.br>). Sobre o Planeta Júpiter, assinale a alternativa incorreta:

- a) É o maior planeta do Sistema Solar
- b) É circundado por um sistema de anéis
- c) Não possui uma superfície sólida
- d) Não possui luas ou satélites naturais

Disponível: < <https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-geografia/exercicios-sobre-os-planet.htm>>

Na quinta questão, o percentual de acertos foi acima de 70%, então demos uma breve explicação do conteúdo e passamos para a sexta questão.

6ª). Questão: Leia com atenção!

- 1.O Sol é uma estrela de 5ª grandeza que fornece luz e calor ao Sistema Solar.
- 2.Edwin Hubble determinou a distância entre a Terra e as galáxias mais distantes, descobriu que elas se afastam umas das outras e que, portanto, o universo está em Expansão.
- 3.Os planetas descrevem órbitas circulares em torno do Sol, formando assim círculos perfeito.
- 4.Johannes Kepler construiu o telescópio e defendeu a teoria geocêntrica.

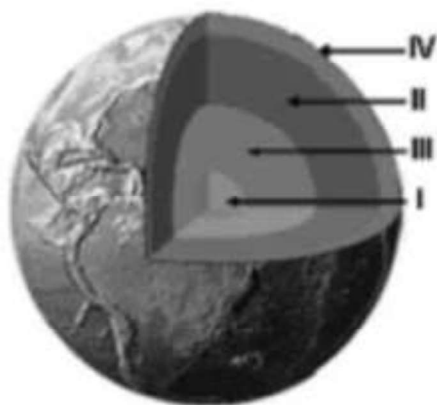
Estão corretas:

- a) 1, 2 e 4;
- b) 2, 3 e 4;
- c) 3 e 4 apenas;
- d) 1 e 2 apenas;
- e) 2 e 3 apenas.

Disponível: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/a-lei-hubble-expansao-universo.htm>

Na questão seis, a porcentagem de acerto ficou entre 30% e 70%, então reunimos os alunos em grupos com 4 e 3 alunos, como antes, e deixamos eles discutirem as alternativas e chegarem a uma resposta comum. Logo em seguida a questão foi novamente proposta para análise da turma e o percentual de acerto aumentou para 72%, acima dos 70%, com isso, demos uma breve explanação do tema e passamos para a sétima questão.

7ª). Verifique a figura a seguir e identifique as camadas da Terra que ela representa e, na sequência, identifique qual das alternativas traz a associação correta dessas camadas.



- a) I - Núcleo interno, II - Núcleo externo, III – Manto e IV - Crosta.
- b) I - Núcleo externo, II - Núcleo interno, III – Manto e IV - Crosta.
- c) I - Crosta, II - Núcleo externo, III - Manto e IV - Núcleo interno.
- d) I - núcleo, II – manto superior, III – manto Inferior e IV - Crosta.
- e) I - Crosta, II - Manto, III - Núcleo externo e IV – Núcleo Interno.

Disponível: < [https://suportegeografico77.blogspot.com/2019/04/questoes-sobre-as-camadas-internas-da\\_11.html](https://suportegeografico77.blogspot.com/2019/04/questoes-sobre-as-camadas-internas-da_11.html) >

Na sétima questão a porcentagem ficou acima dos 70%, assim demos uma breve explicação encerrando a quinta aula.

Iniciamos a sexta aula com a aplicação da oitava questão que buscava saber conhecimentos sobre a sequência dos planetas.

8ª) Questão: Começando com o mais perto do sol, qual é a ordem correta dos planetas?

- a) Mercúrio, Marte, Terra, Vênus, Júpiter, Saturno, Urano, Netuno.
- b) Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Netuno.
- c) Marte, Vênus, Terra, Mercúrio, Júpiter, Saturno, Urano, Netuno.

d) Mercúrio, Saturno, Terra, Marte, Júpiter, Vênus, Urano, Netuno.

Na oitava questão, o percentual de acertos ficou acima dos 70%, portanto foi feita uma breve explicação e propomos uma atividade em sala como será explicado abaixo.

Nesta atividade, os alunos construíram um cubo mágico, com o auxílio de tesoura e cola, mostrado na figura 12, retirado do site: < <https://www.smartkids.school/diy/>>, através do uso de um aplicativo: “Galactic Explorer for MERGE cube”, disponível gratuitamente na PlayStore. O celular pode construir a partir do cubo mágico uma figura tridimensional do sistema solar. Um recorte desta atividade realizada pelos estudantes pode ser visto na figura 28 abaixo.



Figura 28: Cubo sendo confeccionado pelos alunos. (foto do Autor)

A atividade proposta teve a finalidade de mostrar o sistema solar Sistema Solar, por meio da Realidade Ampliada (RA), ajudando na compreensão dos conteúdos apresentados pelo método PI.

Realidade Aumentada são visualizações do mundo real vistas através de uma câmera (como a do celular ou do iPad) e com o uso de sensores de movimento. Esta atividade proporcionou uma nova maneira de observar o sistema solar, como pode ser observada na figura 29 a seguir os alunos desenvolvendo a tarefa.



Figura 29: O sistema solar visto em 3D pelos alunos. (foto do Autor).

Vale a pena ressaltar que houve algumas dificuldades encontradas na aplicação do método. Primeiro problema que foi observado é que no início os estudantes estavam inseguros em participar das aulas, achamos natural porque estavam acostumados a terem uma aula tradicional em que somente o professor transmitiam o conhecimento. Sendo assim a primeira aula, em que o método PI é explicado torna-se imprescindível. Outro problema encontrado foi a dispersão dos alunos durante a preparação do ambiente em sala de aula tomando boa parte do tempo. Para a aplicação do método PI a sala precisava ser preparada com data show, caixa de som, notebook e a entrega dos flashs cards, essa preparação leva em torno de 10 minutos e isso gera uma dispersão dos alunos. Em nossa opinião seria muito importante em outras futuras aplicações do Peer Instrucion que as aulas sejam conjugadas, ou seja, duas ou três aulas seguidas. Mas como mostraremos através das respostas dos alunos, tanto a insegurança quanto a dispersão foi superada, pois eles se envolveram com a astronomia no decorrer das aulas.

### **7. 3 Estudos realizados em casa por meio de vídeos aulas**

O material utilizado pelos alunos para estudar em casa são duas vídeo aulas, sobre o conteúdo de Astronomia. A primeira vídeo aula tratamos do assunto: “Sistema Solar” (< <https://www.youtube.com/watch?v=rDD3BIQIAHM>>), que foi disponibilizado no canal do youtube do autor “Professor Jackson Pinheiro ‘Tio Jackson Física’” (< <https://www.youtube.com/channel/UC5oqyfyLGiuBvEbbSs6L19g>>). Também foi providenciado o texto: “O sistema Solar”. Este foi retirado de uma apostila do INPE,

Professora Cláudia Vilela Rodrigues, C. Vilela(2003), (<<http://mtc-m16c.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/jeferson/2003/08.14.14.48/doc/capitulo3.pdf>>).

Na segunda vídeo aula, tratamos sobre o assunto: “O Sol e os Planetas” (<<https://www.youtube.com/watch?v=PMly8WfyFIQ&t=282s>>). que foi disponibilizado no mesmo canal do youtube. O texto: “O Sol e os Planetas”, foi colocado à disposição dos alunos. Este foi retirado de uma apostila do INPE, Professora Cláudia Vilela Rodrigues, C. Vilela(2003), <http://mtc-m16c.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/jeferson/2003/08.14.14.48/doc/capitulo3.pdf>.

É importante ressaltar que antes deste momento, verificamos que todos os alunos tinham acesso a celular e internet.

Os alunos, tiveram uma dificuldade inicial de compreender o método PI, mas depois de explicarmos o método aos alunos, eles compreenderam a metodologia e gostaram bastante.

#### **7.4 Uma escuta aos alunos sobre a estratégia usada**

Com intuito de obtermos as opiniões dos estudantes sobre a experiência de ensino de física (conceitos básicos de Astronomia), escolhemos de maneira aleatória seis alunos ao final da terceira e da sexta aula, e pedimos para eles descreverem a experiência que tiveram sobre a metodologia empregada. Os relatos de alguns alunos são descritos a seguir.

*“O novo modo de aprendizagem veio como uma dinâmica que tornou a aula mais tranquila e mais fácil de compreender. Foi muito proveitoso, houve grandes evoluções no estudo da astronomia pelo método PEER INSTRUCTION. Já amava as aulas do professor e agora amo ainda mais”. (Aluno 1).*

O aluno 1, achou que todos tinham interagido mais na aula e assim aprendido com mais facilidade, melhorando a compreensão do assunto. Este aluno revelou que não gostava muito da disciplina de Ciências, mas com esta proposta de ensino achou mais fácil de aprender, sem pressão e sem dificuldades.

*“Bem o método (PI), apresentado pelo nosso professor Jackson Pinheiro, é bem interessante em questão, pois traz uma nova forma de ensino para que os alunos possam compreender melhor o assunto e ele possa ver quem realmente aprendeu e quem tá com dificuldades. Eu acho que por ser um método inovador e ser criado pelo professor de Harvard é esse método ele teria que ser bastante usado não só*

*nesse projeto que foi agora no final do ano, mas sim ao longo do ano todo porque mostraria realmente a capacidade da sala. Tipo assim uma crítica que eu tenho a fazer é essa que era pra ser usado o ano todo e não somente nesse projeto e tem bastante elogios ao professor. Ele nos mostrou uma nova forma de aprender que foi bem interessante eu gostei da aula aprendi até mais sobre o assunto quanto pude com a explicação do professor que foi breve e clara por sinal como o método (PI) falava. (Aluno 2)*

O aluno 2 gostava de ciências e não teve dificuldade, achou mais fácil de aprender e gostou bastante da nova metodologia. Como pode ser percebido o estudante alegou que era importante que a estratégia usada pudesse ser considerada em outros momentos e não somente no caso de realização desta intervenção específica. Esta opinião revela que o estudante teve interesse em participar das aulas, com disposição em querer aprender, estando dentro das orientações de um dos princípios da teoria da aprendizagem significativa que é a predisposição para a aprendizagem.

*“Eu achei a aula bem proveitosa e com conteúdo muito interessantes eu acho esse método de ensino bem produtivo e que incentivavam ainda mais os alunos, pois os estudos vão além de provas ou trabalhos. Eles nos mostram um conhecimento diferente e eu particularmente adorei a ideia, admiro muito isso no professor por incentivar os estudos pena que durou pouco mas aprendi muito sobre o sistema solar e sobre todos os planetas. Enfim eu também pude perceber que os alunos se interessaram muito mais com esse método. Obrigado por dar essa oportunidade”. (Aluno3).*

O aluno 3, não gostava de ciências e nem muito de ir à escola, pois faltava bastante, mas percebemos que nesta experiência ele demonstrou muita dedicação e curiosidade no assunto. A escolha do assunto neste trabalho sobre Astronomia facilitou bastante para atração dos estudantes para o estudo, pois consiste em um tema motivador.

*“O resultado desse tipo de metodologia é um aumento de ensino, pois quase ninguém tem hoje o saco de passar por esse tipo de situação nas escolas e na Universidade. Dá pra utilizar também em atividades de coordenação pedagógicas, em reunião, dos quais consulte, curto, de informações claras, imagem facilitando o entendimento do texto e a ideia das placas é muito legal, pois assim não fico com vergonha de falar a resposta, com medo de errar”. (Aluno4).*

Aluno4 – O aluno comentou que se surpreendeu positivamente, pois esperava mais uma aula chata de ciências e quando terminou foi um dos que se engajava respondendo com as placas e discutia com seus colegas defendendo sua resposta e ouvia as respostas dos colegas. O estudante revela que era

tímido para falar e o uso das placas encorajou muito a participação e a interação com seus colegas nos momentos de negociação de significados. Em nossa opinião, fundamentados em experiência profissionais, os estudantes realmente possuem dificuldades em socializarem seus conhecimentos, desta forma uma proposta que possa incentivar eles a externalizarem seus pensamentos.

Também observamos que quando as questões eram propostas aos alunos, eles tinham o interesse de responder rápido para conferir se acertaram ou não. Reiteramos que a astronomia era de grande interesse dos alunos e esta área está presente nas orientações da BNCC que seja ensinada a partir das primeiras séries do ensino fundamental.

Todos os 12 alunos, entrevistados, adoraram a experiência e a participação nas aulas, foi empolgante a cada dia ficava mais evidente o entusiasmo por parte dos alunos e do professor. Foram num total de 6 aulas, fora os tempos que os alunos utilizavam em casa lendo os textos ou assistindo as vídeo aulas sobre o conteúdo. Os alunos comentaram também que o texto juntamente com a vídeo aula facilitava a compreensão do conteúdo. Relataram também que as aulas tradicionais onde só o professor fala era chata e entediante. O que gostaram também foi que um aluno ajudava o outro e vice-versa. Esta experiência demonstrou ser uma atividade de incentivo ao trabalho colaborativo em que os estudantes que dominavam mais determinado saber tentavam ajudar os que tinham mais dificuldades de aprendizagem.

O método PI propõe uma grande interação entre aluno e aluno, e aluno e professor, que é completamente atendida, quando analisamos suas respostas.

Como já foi mencionado antes as discussões ocorridas em pequenos grupos de alunos, por razão da aplicação dos testes conceituais, acreditamos que se mostraram bastantes eficazes, evidenciando o envolvimento colaborativo constante entre os alunos, talvez no método tradicional esse nível de envolvimento e comprometimento dos alunos, dificilmente seria alcançado.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desenvolvemos uma sequência didática para auxiliar o estudo da astronomia na educação básica seguindo a estratégia da metodologia ativa conhecida como Peer Instruction ou Instrução pelos Colegas. A intervenção ocorreu em uma escola pública de Ensino Fundamental da Secretaria de Educação de Juazeiro do Norte (Sul do Ceará). Nesta escola o professor autor desta dissertação é lotado como professor de Ciências.

Com o uso da estratégia Peer Instruction (uma metodologia ativa), os alunos foram estimulados a estudarem o assunto antes de ir para a sala de aula, e durante a apresentação o professor estimulou os alunos a interagirem entre si.

Procuramos com este trabalho relatar uma experiência didática inovadora, pois não encontramos casos do método sendo aplicado no ensino fundamental (como apresentamos na breve revisão), acreditamos que foi fundamental tanto para o professor quanto para o aluno, mostrando as vantagens do método Peer Instruction, bem como algumas limitações e dificuldades encontradas. Acreditamos que os resultados não devem ser generalizados e sim servir para apontar um indicativo da necessidade de renovação nos métodos tradicionais de ensino.

O ensino da Astronomia mostrou ser um assunto que despertava muito interesse dos alunos, eles tinham curiosidade em entender os conceitos que está por trás do estudo do sistema solar (a estrutura dos planetas, os movimentos dos astros, os satélites naturais, a geração de energia eletromagnética pelo Sol, as condições ideais para existência de vida no Planeta Terra, etc.). Eram curiosidades espontâneas, assim um assunto que deveria ser bem mais explorado no ensino de Física na Educação Básica.

O uso dos cartões respostas fornecidas pelos estudantes ajudou o professor a ter uma noção sobre o entendimento dos conceitos pela turma. Esta estratégia consideramos fundamental para o diagnóstico da evolução da turma no processo da aprendizagem e no instante de acontecimento de uma aula.

Elaboramos um manual orientador para ajudar outros professores organizarem suas aulas utilizando o método Peer **Instrucion**. Claro poderão fazer adaptações a depender de seu contexto de ensino. Esperamos que o leitor, ao se deparar com este material, possa acrescentar com sugestões propostas construtivas e possíveis correções no nosso trabalho.

## 7 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

Ausubel, D.P.; Novak, J.D.; Hanesian, J. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro, Interamericana, 1980.

Ausubel, D.P. (2000). **The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view**. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.

ARAÚJO, I. S.; MAZUR, E., **Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino aprendizagem em física**. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 30, n. 2: p. 362-384, ago. (2013).

BRASIL. **PCNM, ENSINO MÉDIO: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Secretaria de educação média e tecnológica - Brasília: MEC; SEMTEC, 2002.

BUCKINGHAM, David. A Posição da Produção: A Educação para a Mídia e a Produção de Mídia pelos Jovens no Reino Unido. CARLSSON, Ulla e FEILITZEN, Cecília Von. A criança e a mídia: imagem, educação, participação. São Paulo: UNESCO, Editora Cortez, p. 251-262, 2002.

\_\_\_\_\_. **As crianças e a mídia: uma abordagem sob a ótica dos Estudos Culturais...**

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Porto Editora, LDA: Portugal, 1994.

CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

CARRON, Wilson, GUIMARÃES, Osvaldo. **As Faces da Física**. v.único. 3ª ed. São Paulo, Moderna, 2007.

DINIZ, Alan Corrêa. **Instruções para aplicação do Método Peer Instruction em aulas de física no ensino médio**: UFV, 2015. Tese (Mestrado em Ensino de Física), Universidade Federal de Viçosa, Espírito Santo, 2015.

EVANS, James. **The History and Practice of Ancient Astronomy**. New York; Oxford: Oxford University Press, 1998.

ÉVORA, Fátima R. R. **“Natureza e Movimento: um estudo da física e da cosmologia aristotélicas”**. Cad. Hist. Fil. Ci., Campinas, Série 3, v. 15, n. 1, p. 127-170, jan.-jun. 2005.

FEYNMAN, Richard. **Física em seis lições**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2004.

GASPAR, Alberto. **Física**, v. único. São Paulo: Editora Ática, 2001.

GASPAR, Alberto. **Física**, vol. 3. São Paulo: Editora Ática, 2001.  
Geraldo, A. C. H. (2009). **Didática de Ciências Naturais na perspectiva histórico-crítica**. Campinas: Autores Associados.

GREGORIO-HETEM, J. ; JATECO-PEREIRA, V. :**Fundamentos de Astronomia** .Cap 3 Sistema Solar. IAG/USP - Departamento de Astronomia – SP, 2010. Disponível em: <http://www.astro.iag.usp.br/~jane/aga215/newcap03.pdf>

HALLIDAY, RESNICK, WALKER; **Fundamentos da Física**, Vol. 1, 8ª Edição, LTC, 2009.

LEMOS, André. **Anjos interativos e retribalização do mundo. Sobre interatividade e interfaces digitais**. Disponível em: [www.facom.ufba.br/ciberpesquisa/lemos/interac.html](http://www.facom.ufba.br/ciberpesquisa/lemos/interac.html). Acessado em 20/07/2019.

LEVY, Pierre. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. Rio de Janeiro: Ed. 34. 3ª Edição 2010, 2ª Reimpressão 2016.

LEVY, Pierre. **Cibercultura**. Trad. Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Ed. 34, 2ª Edição 2010, 2ª Reimpressão 2016.

LIMA, Cristiano Cachapuz e. **Melhorando a busca de informações na Web**. Disponível em: [www.urcamp.tche.br/~ccl/busca2.5.pdf](http://www.urcamp.tche.br/~ccl/busca2.5.pdf). Acessado em 30/07/2019.

MÁXIMO, Antônio. ALVARENGA, Beatriz. **Curso de Física**, v.2. São Paulo: Scipione, 2000

MILONE, A. ; BRAGA, J. . **Fundamentos de Astronomia e Astrofísica**. In: Tânia Maria Sausen. (Org.). Escola do Espaço. 1ed.São José dos Campos: CEP/INPE, 2002, v. 1, p. 1-27.

MOREIRA, Marco Antônio. **Mapas conceituais e Aprendizagem Significativa**: Instituto de Física - UFRGS 2003

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**. 1 edição. São Paulo: Livraria da Física. 179p, 2012.

MÜLLER, M. G., **Metodologias interativas na formação de professores de física: um estudo de caso com o peer instruction**. 2013. 226 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, (2013).

NOVAK, G., **Just-In-Time Teaching: Blending Active Learning with Web Technology**, Addison-Wesley, NY, (1999).

NUNES, Madianne; ARAÚJO, Nayara. A exposição infantil em vídeos de beleza: erotização da infância em favor do consumismo. **Revista Temática**. Ano XII, n. 01.

Abril/2016. 168 -182p NAMID/UFPB Disponível em <http://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/tematica>.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Curso de Física Básica – Fluidos, oscilações e ondas calor**. v.2. 3ª ed. São Paulo, Edgard Blucher Ltda, 1999.

OLIVEIRA FILHO, K. S.; SARAIVA, M. F. O. **Astronomia e Astrofísica**. Departamento de Astronomia – Instituto de Física. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2014. Disponível em <http://astro.if.ufrgs.br>. Acesso em 20/10/2020.

ROSSI, Paolo. **O nascimento da ciência moderna na Europa**. Tradução de Antonio Angonese. Bauru: EDUSC, 2001.

ROSSO, Ademir J.; TAGLIEBER, José E., **Métodos ativos e atividades de ensino**. *Perspectiva* 17, 1992, pp. 37-46. Disponível em <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/perspectiva/article/download/9147/10689>> Acesso em: 25 setembro. (2019).

SAMPAIO, Inês S. **Televisão, publicidade e infância**. São Paulo: Annablume, 2000.

SCHRÖEDER, C.S. (2009). Educação a distância e mudança organizacional na Escola de Administração da UFRGS: uma teoria substantiva. **Tese de Doutorado**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

SEARS, ZEMANSKY, **Física**, Vol. 1, 10ª Edição, Pearson, 2003.

SERWAY, JEWETT, **Princípios de Física**, 1ª Edição, Vol. 1, Thonson, 2006.

SILVA, Ronei Teodoro da. Configuração das mediações na internet: fluxo comunicacional das críticas de filmes publicados no YouTube Porto Alegre: UFRGS, 2017. Tese (Doutorado em Comunicação e Informação), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017.

STAKE, Robert. **Pesquisa Qualitativa: estudando como as coisas funcionam**. Tradução: Karla Reis; revisão técnica: Nilda Jacks. – Porto Alegre: Penso, 2011.

VYGOTSKY.L.S . **Psicologia pedagógica**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

## Apêndice A: Produto Educacional

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

Polo 31- Juazeiro do Norte - CE



PRODUTO EDUCACIONAL

# MÉTODO PEER INSTRUCTION E O USO DE VIDEOS AULAS PARA O ESTUDO DE ASTRONOMIA

Cicero Jackson Pinheiro Beserra

JUAZEIRO DO NORTE - CE  
2021