



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAPÁ  
CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM FÍSICA  
CAMPUS MACAPÁ

LUCAS DOS SANTOS COSTA

**O USO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO  
(TDIC) NO ENSINO DE FÍSICA: explorando o Sistema Solar com ênfase nas Leis de  
Kepler e a Gravitação Universal por meio de uma Sequência Didática baseada na Teoria  
Sociocultural do Desenvolvimento Cognitivo**

MACAPÁ – AP

2025

LUCAS DOS SANTOS COSTA

**O USO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO  
(TDIC) NO ENSINO DE FÍSICA: explorando o sistema solar com ênfase nas Leis de  
Kepler e a Gravitação Universal por meio de uma Sequência Didática baseada na Teoria  
Sociocultural do Desenvolvimento Cognitivo**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a  
coordenação do curso de Licenciatura em Física  
como requisito avaliativo para obtenção do  
título de Licenciado em Física.

Orientadora: Esp. Brenda da Silva Pinheiro.

MACAPÁ – AP

2025

**Biblioteca Institucional - IFAP**  
**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

---

C837u Costa , Lucas dos Santos  
O uso das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) no ensino de física: explorando o Sistema Solar com ênfase nas Leis de Kepler e a Gravitação Universal por meio de uma Sequência Didática baseada na Teoria Sociocultural do Desenvolvimento Cognitivo / Lucas dos Santos Costa - Macapá, 2025.  
56 f.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Campus Macapá, Licenciatura em Física, 2025.

Orientadora: Brenda da Silva Pinheiro .

1. Física . 2. Sequência didática . 3. Tecnologia digitais de informação e comunicação (TDIC). I. Pinheiro , Brenda da Silva , orient. II. Título.

---


Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica do IFAP  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

LUCAS DOS SANTOS COSTA

**O USO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TDIC) NO ENSINO DE FÍSICA: explorando o sistema solar com ênfase nas Leis de Kepler e a Gravitação Universal por meio de uma Sequência Didática baseada na Teoria Sociocultural do Desenvolvimento Cognitivo**


Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a coordenação do curso de Licenciatura em Física como requisito avaliativo para obtenção do título de Licenciado em Física.

**BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente  
 **BRENDA DA SILVA PINHEIRO**  
Data: 07/02/2026 23:46:30-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Profa. Esp. Brenda da Silva Pinheiro (Orientador)  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá

Documento assinado digitalmente  
 **ARGEMIRO MIDONES BASTOS**  
Data: 09/02/2026 15:24:20-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Argemiro Midonês Bastos  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá

---

Prof. Me. Cássio Renato da Glória Pereira dos Santos  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá

Apresentado em: 12 / 12 / 2025.

Conceito/Nota: 86

Dedico a minha orientadora, aos meus amigos da turma, especialmente ao Jeferson Palheta pela motivação e companheirismo, meus familiares, aos professores do curso de Licenciatura em Física, dentre eles o prof. Willians Almeida, Astrogecildo Ubaíra e Elys Mendes.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais e familiares que me deram apoio a continuar estudando.

A minha orientadora, que foi uma das peças fundamentais na realização deste trabalho.

Aos professores com quem tive a oportunidade de estudar que foram essenciais para moldar a minha base como educador, especialmente ao Astrogécildo Ubaiara, o Williams, Itapuan e o principal, Elys Mendes, que sempre me ajudaram no decorrer do curso e me motivaram a continuar neste curso.

Ao Instituto Federal do Amapá, campus Macapá, por me proporcionar eventos que contribuíram de forma significativa na minha formação no ensino, na pesquisa e na extensão.

Aos meus amigos que convivi no decorrer do curso, especialmente ao Gabriel Victor, ao Edivan, ao José Vinicius e, principalmente, ao Jeferson Palheta. Amigos estes que estavam sempre a me ajudar e motivar a permanecer no curso e, também participar dos eventos.

“Se vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes.”

(Isaac Newton).

## RESUMO

Este trabalho teve por objetivo investigar como o uso de Realidade Aumentada (RA) e Simulações Computacionais (SC) pode auxiliar na compreensão de conceitos relacionados às Leis de Kepler e a Gravitação Universal com duas abordagens distintas, sendo uma de caráter tradicional e outra através do aplicativo Solar System Scope© atrelado a uma Sequência Didática (SD) com base na Teoria Sociocultural do Desenvolvimento de Vygotsky. A pesquisa ocorreu no Instituto Federam do Amapá (IFAP) – campus Macapá, nos dias 12, 19 e 26 de novembro de 2025 (4 encontros), em duas turmas do ensino médio, visto que na turma 1, com 39 alunos, foi realizada a abordagem convencional e, na turma 2, com 38 alunos, foi realizada a abordagem com o aplicativo supracitado. Após a coleta de dados, concluiu-se que a abordagem ocorreu de forma satisfatória, alcançou os objetivos definidos pela pesquisa, dando ênfase na utilização das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) com o aplicativo Solar System Scope©, que se mostrou eficiente quando atrelado ao ensino.

Palavras-chave: física; sequência didática; kepler; gravitação; vygotsky.

## **ABSTRACT**

This study aimed to investigate how the use of Augmented Reality (AR) and Computer Simulations (CS) can aid in the understanding of concepts related to Kepler's Laws and Universal Gravitation. Two distinct approaches were utilized: one of a traditional nature, and the other through the Solar System Scope© application, integrated with a Didactic Sequence (DS) based on Vygotsky's Sociocultural Theory of Development. The research was conducted at the Federal Institute of Amapá (IFAP) – Macapá campus, on November 12, 19, and 26, 2025 (4 meetings), involving two high school classes. The conventional approach was applied to Class 1 (39 students), while the approach incorporating the aforementioned application was used in Class 2 (38 students). Following data collection, it was concluded that the intervention was satisfactory and successfully achieved the defined research objectives, particularly emphasizing the use of Digital Information and Communication Technologies (DICT) with the Solar System Scope© application, which proved to be efficient when integrated into teaching and learning.

**Keywords:** physics; didactic sequence; kepler; gravitation; vygotsky.

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 - Interface do aplicativo Solar System Scope no Google Play Story.....    | 21 |
| Figura 2 - Interface ao adentrar o aplicativo.....                                 | 21 |
| Figura 3 - Representação da trajetória elíptica de um planeta em torno do sol..... | 23 |
| Figura 4 - Representação da lei das áreas.....                                     | 24 |
| Figura 5 - Representação lei dos períodos.....                                     | 25 |
| Figura 6 - Dois corpos de massa $M$ e $m$ se atraindo.....                         | 26 |
| Figura 7 - Cálculo da altura resultante de dois objetos com alturas distintas..... | 28 |

## LISTA DE QUADRO

|  |    |
|--|----|
| Quadro 1 - Sequência didática das atividades que ocorreram tanto para as leis de Kepler quanto para a gravitação. .... | 34 |
|--|----|

## LISTA DE GRÁFICO

|   |    |
|---|----|
| Gráfico 1 - Respostas da sondagem questionário 1 primeiro momento. .... | 36 |
| Gráfico 2 - Respostas do questionário 2 terceiros momento. ....         | 37 |
| Gráfico 3 - Respostas do questionário 1 terceiros momento. ....         | 38 |
| Gráfico 4 - Respostas do questionário 2 terceiros momento. ....         | 38 |

## LISTA DE SIGLAS

|      |   |
|------|---|
| AP   | Amapá   |
| BNCC | Base Nacional Comum Curricular                                |
| IFAP | Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Amapá |
| RA   | Realidade Aumentada   |
| SD   | Sequência Didática  |
| SI   | Sistema Internacional   |
| SC   | Simulação Computacional                                       |
| TDIC | Tecnologia Digital da Comunicação e Informação                |
| %    | Porcentagem   |

## SUMÁRIO

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| <b>1</b>   | <b>INTRODUÇÃO.....</b>  | <b>14</b> |
| <b>2</b>   | <b>JUSTIFICATIVA .....</b>  | <b>16</b> |
| <b>3</b>   | <b>OBJETIVOS .....</b>  | <b>17</b> |
| <b>3.1</b> | <b>Objetivo geral.....</b>  | <b>17</b> |
| <b>3.2</b> | <b>Objetivo específico .....</b>  | <b>17</b> |
| <b>4</b>   | <b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>   | <b>18</b> |
| <b>4.1</b> | <b>A Teoria Sociocultural do Desenvolvimento de Vygotsky .....</b>            | <b>18</b> |
| <b>4.2</b> | <b>Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) no ensino.....</b> | <b>20</b> |
| <b>4.3</b> | <b>O uso das simulações computacionais no ensino de Física .....</b>          | <b>22</b> |
| <b>4.4</b> | <b>As Leis de Kepler .....</b>  | <b>23</b> |
| <b>4.5</b> | <b>A Lei da gravitação universal de Newton.....</b>                           | <b>25</b> |
| <b>4.6</b> | <b>Sequência Didática .....</b>   | <b>29</b> |
| <b>5</b>   | <b>METODOLOGIA.....</b>   | <b>31</b> |
| <b>5.1</b> | <b>Natureza da pesquisa.....</b>  | <b>31</b> |
| 5.1.1      | Caracterização da pesquisa .....  | 31        |
| 5.1.2      | Classificação quanto aos fins da pesquisa .....                               | 32        |
| 5.1.3      | Classificação quanto aos meios da pesquisa.....                               | 32        |
| <b>5.2</b> | <b>Lócus e sujeito da pesquisa .....</b>                                      | <b>32</b> |
| 5.2.1      | Caracterização da escola campus .....   | 33        |
| <b>5.3</b> | <b>Técnicas e instrumentos de pesquisa .....</b>                              | <b>33</b> |
| <b>6</b>   | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>  | <b>36</b> |
| <b>7</b>   | <b>CONCLUSÃO.....</b>   | <b>41</b> |
|            | <b>REFERÊNCIAS.....</b>   | <b>42</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos mudaram a forma como o ser humano se comunica e armazena informações. Essas mudanças vêm modificando a forma de como se armazena informações e impactando o ensino e a aprendizagem ao decorrer da história. Nesse sentido, Araújo *et al.* (2019, p. 60) argumentam que “a ampliação do acesso aos dispositivos móveis no Brasil e em todo o mundo chega apresentando várias possibilidades para a aprendizagem e, proporcionando mudanças na produção e compartilhamento de conhecimento”.

No entanto, ao abordar conteúdos relacionados ao Sistema Solar, tal como as Leis de Kepler e a Lei da Gravitação Universal de Newton, estes são frequentemente abordados de maneira abstrata, o que dificulta o entendimento dos alunos. Soma-se a isso a carência de infraestrutura em diversas escolas públicas brasileiras, que não dispõem de laboratórios de ciências ou de informática adequados para proporcionar aulas práticas e interativas.

Nesta perspectiva, as Tecnologias Digitais, conciliadas com aplicativos de Realidade Aumentada (RA) e Simulação Computacional (SC), constituem-se em uma estratégia pedagógica eficaz, pois aproximam os alunos do conhecimento científico estudado. Desse modo, este trabalho teve como objetivo investigar como o uso de RA e SC pode auxiliar na compreensão de conceitos relacionados às Leis de Kepler e Gravitação Universal através do aplicativo Solar System Scope© no primeiro ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública de Macapá.

Esta pesquisa está fundamentada na Teoria Sociocultural do Desenvolvimento Cognitivo, proposta por Levi Vygotsky, onde estabelece que o desenvolvimento cognitivo não é apenas um processo biológico individual, mas sim o resultado das interações sociais e culturais. Em um contexto educacional, o uso do aplicativo Solar System Scope©, com o auxílio do professor, permite a visualização tridimensional e a manipulação interativa dos corpos celestes, proporcionando uma experiência mais dinâmica e envolvente para o aluno.

Este trabalho se encontra respaldado nas diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que incentiva o uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) como meio de promover habilidades como a comunicação científica, a análise crítica de fenômenos e a elaboração de explicações com base em modelos, além de enfatizar que os estudantes devem ser capazes de interpretar fenômenos naturais com apoio de simulações digitais, o que reforça a pertinência e a atualidade desta pesquisa (BRASIL, 2018).

A aplicação foi realizada em duas turmas do primeiro ano do Ensino Médio do Instituto Federal do Amapá (IFAP) - *Campus* Macapá, sendo na turma 1, com 39 alunos, abordagem

convencional (aula tradicional) e na turma 2, com 38 alunos, abordagem interativa com o aplicativo Solar System Scope© como ferramenta de mediação no processo de ensino e aprendizagem de conceitos físicos. Os processos em ambas as turmas foram divididos em três momentos: avaliação diagnóstica, intervenções pedagógicas e avaliação final. A comparação dos resultados obtidos permitiu avaliar o impacto das tecnologias digitais com RA e SC na aprendizagem dos estudantes.

## 2 JUSTIFICATIVA

Na educação, as TDIC's, tal como o uso da RA e SC, vêm ganhando espaço ao longo dos anos e têm se tornado materiais educacionais de grande ajuda para o professor, pois permitem facilitar, de forma lúdica, a compreensão de conceitos abstratos, principalmente nos estudos sobre as Leis de Kepler e a Lei da Gravitação Universal de Newton. Desse modo, Neto et al. (2022, p. 7) afirmam que: “a inserção de diferentes aplicativos na sala de aula surge como uma estratégia para despertar o interesse dos alunos”.

No Brasil, há escolas que enfrentam problemas de infraestrutura, principalmente para proporcionar aos alunos uma aula prática no ensino de Física, onde muitas vezes não se dispõe de um laboratório (seja de física ou de informática) para o uso de simulações computacionais. Nesse sentido, Gomes e Fernandes (2021, p. 14) ressaltam:

Apesar da maioria das escolas estaduais terem sido categorizadas como adequada, essa informação merece cautela, visto que a presença de determinado item na escola não significa que ele se encontra em bom uso, as escolas apresentam defasagem em infraestrutura [...] Menos de 65% das escolas possuem laboratório de ciências, um espaço que, se bem equipado, é utilizado pelos professores, pode contribuir com a aprendizagem dos alunos (Gomes e Fernandes, 2021, p. 14).

Nesse contexto, este trabalho teve como finalidade demonstrar que o uso das tecnologias digitais consegue tornar conceitos abstratos mais atrativos e lúdicos para os alunos. Com esse intuito, utilizou-se o aplicativo Solar System Scope© como mediador para auxiliar na compreensão dos conceitos físicos que envolvem as Leis de Kepler e a Lei da Gravitação Universal, possibilitando assim conciliar teoria e prática.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo geral**

Investigar como o uso de Realidade Aumentada (RA) e Simulações Computacionais (SC) pode auxiliar na compreensão de conceitos relacionados às Leis de Kepler e Gravitação Universal através do aplicativo Solar System Scope© no primeiro ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública de Macapá.

#### **3.2 Objetivo específico**

- Identificar os conhecimentos prévios dos alunos a respeito dos temas abordado;
- Utilizar o aplicativo Solar System Scope© como ferramenta pedagógica de ensino;
- Investigar se o uso da Realidade Aumentada (RA) e Simulações Computacionais (SC) pode auxiliar na compreensão de conceitos abstratos e complexos nos estudos sobre as Leis de Kepler e Gravitação Universal.
- Apresentar uma proposta de ensino por meio de uma Sequência Didática (SD) fundamentada na Teoria Sociocultural do Desenvolvimento Cognitivo de Vygotsky.

## 4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta pesquisa teve como objetivo demonstrar a capacidade da utilização do Solar System Scope© (com RA e SC) em potencializar a aprendizagem do aluno e, conseqüentemente, permitir a compreensão dos conteúdos abstratos por meio da mediação do aplicativo. Desse modo, abordou-se neste referencial teórico a Teoria Sociocultural do Desenvolvimento Cognitivo proposta por Vygotsky.

Lev Vygotsky (1896-1934) foi um psicólogo russo que revolucionou a compreensão do desenvolvimento humano ao destacar a importância do ambiente social e da interação na construção do conhecimento. Sua Teoria Sociocultural enfatiza o papel da linguagem e da mediação simbólica no desenvolvimento cognitivo, introduz conceitos como a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), que define o espaço entre o que um indivíduo pode realizar sozinho e o que pode alcançar com ajuda.

Nesta seção será abordado além da Teoria Sociocultural Cultural do Desenvolvimento Cognitivo os seguintes tópicos: as TDIC's e Simulações Computacionais no ensino de física, as leis de Kepler, Gravitação Universal e por fim sequência didática. Cada tópico com aprofundamento e figuras que foram utilizadas para facilitar o entendimento, sendo assim cada um desempenha um papel crucial para a compreensão deste trabalho.

### 4.1 A Teoria Sociocultural do Desenvolvimento de Vygotsky

Ensinar Física é uma tarefa árdua, pois exige que os alunos prestem atenção e consigam compreender os conceitos físicos, principalmente quando se estudam temas como o Sistema Solar, as Leis de Kepler e a Gravitação Universal de Newton. Conseqüentemente, os alunos acabam tendo a percepção da Física como uma barreira, onde só se memoriza as equações matemáticas e as aplicam.

A absorção e a compreensão desses conceitos físicos acontecem por meio do aprimoramento das funções psicológicas superiores que, segundo a perspectiva de Vygotsky (1999, p. 161), são:

As funções psíquicas superiores têm como traço comum o fato de serem processos mediatos, melhor dizendo, de incorporarem à sua estrutura, como parte central de todo o processo, o emprego de signos como meio fundamental de orientação e domínio nos processos psíquicos (Lev Semenovitch Vygotsky, 1999, p. 161).

Essas funções psicológicas superiores são as capacidades que permitem a ação de forma intencional e consciente, como planejar, refletir, organizar ideias e resolver problemas. Entretanto, essas habilidades não nascem com o indivíduo, elas são desenvolvidas por meio de interações sociais ao longo da vida humana.

Nessa perspectiva, há dois elementos básicos responsáveis por essa mediação: o instrumento, que tem a função de regular as ações sobre o objeto, e o signo, que regula as ações sobre o psiquismo do sujeito. Segundo Rego (2014, p. 51):

O instrumento é provocador de mudanças externas, pois amplia a possibilidade de intervenção na natureza (na caça, por exemplo, o uso da flecha permite o alcance de um animal distante ou, para cortar uma árvore, a utilização de um objeto cortante e mais eficiente que as mãos (Rego, 2014, p. 51).

O signo age como um instrumento na forma de linguagem ou palavra que os seres humanos utilizam para se comunicar e socializar entre si e que são de extrema importância no entendimento dos conceitos físicos de acordo com Vygotsky (2001, p. 170):

O conceito é impossível sem palavras, o pensamento em conceitos é impossível fora do pensamento verbal; em todo esse processo, o momento central, que tem todos os fundamentos para ser considerado causa decorrente do amadurecimento de conceitos, é o emprego específico da palavra, o emprego funcional do signo como meio de formação de conceitos (Vygotsky, 2001, p. 170)

Compreender a questão da mediação, que caracteriza a relação do homem com o mundo e com os outros homens, é de fundamental importância justamente porque é através deste processo que as funções psicológicas superiores especificamente humanas, se desenvolvem. Segundo Sousa (2015, p. 22), “A maneira como um signo age como mediador se dá por meio da estrutura de operações com signos que requer um elo intermediário na relação direta Estímulo Resposta (RS) de uma ação, de tal maneira que ela não seja mais alta”.

O ensino e a aprendizagem estão diretamente ligados com a interação do aluno com o contexto histórico-social que está inserido, de acordo com Moreira (2019, p. 12):

Para Vygotsky o conhecimento é visto como um processo que se emprega através da interação com o ambiente por meio de estímulos, e a consideração de que o conhecimento só passaria a existir quando interpretamos o ambiente. O produto disso é o sócio-construtivismo, que consolida essas duas visões. Admite-se que o conhecimento externo existe, porém o sujeito o reinterpreta ou reconstrói com base na sua história de vida. Seu posicionamento sócio-construtivista mostra que o homem em relação ao conhecimento se desenvolve graças ao meio físico e social (Moreira, 2019, p. 12).

Desse modo, durante as etapas desta pesquisa, ao se utilizar um material já inserido no contexto histórico-social desse sujeito como as TDIC, foi possível tornar as aulas mais atrativas

e, conseqüentemente, conquistar a atenção do aluno e potencializar sua aprendizagem. Logo, o estudante conseguiu ter uma melhor visualização dos conceitos e exemplos físicos envolvidos e, assim, pôde compreender e absorver o conhecimento.

#### 4.2 Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) no ensino

Os meios tecnológicos já fazem parte da rotina do aluno no dia a dia, ou seja, acaba sendo mais difícil trabalhar os conteúdos abstratos com esses alunos de forma tradicional por estarem ligados demais com os dispositivos móveis. A lei nº 15.100/2025 aprovada pelo Congresso Nacional e sancionada pela previdência proíbe o uso de smartphone em sala de aula, desde que usados para o ensino não tem restrição em usá-los em sala.

Um meio para contornar essa problemática, além da lei nº 15.100/2025 é a utilização desses dispositivos celulares como um meio para acessar o aplicativo para ensino. Nesse sentido, a TDIC surge na escola como uma ferramenta pedagógica que pode ampliar a visão de educação, uma vez que o aluno também aprende fora do ambiente escolar e do olhar do professor.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), ressalta em sua competência específica três na habilidade (EM13CNT302) que:

Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental (BRASIL, 2018, p. 559).

Desse modo, utilizou-se o aplicativo Solar System Scope© para o ensino das bases científica: Leis de Kepler e Gravitação Universal de Newton. A BNCC, na competência específica 2, na habilidade (EM13CNT204) define que:

Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros), (BRASIL, 2018, p. 557).

O Solar System Scope© está disponível em site no google, para download para android e IOS de forma gratuita, dentro do aplicativo há um mecanismo de upgrade no valor de oito reais e quarenta e nove centavos como mostra a Figura 1. No entanto, foi possível trabalhar

conteúdos só com a parte gratuita, pois o aplicativo possui uma gama de informações e possibilidades que pode ser explorado didaticamente, visando a atratividade dos conteúdos.

Figura 1 - Interface do aplicativo Solar System Scope no Google Play Store.



Fonte: GOOGLE PLAY STORE, captura da tela pelo autor (2025).

O aplicativo apresenta em sua interface o Sistema Solar e o espaço sideral. Foi possível observar a órbita dos planetas em torno do Sol, e verificou-se a simulação de como se movimentam em tempo real. Constatou-se também a possibilidade de modificar esse tempo, como mostra a Figura 2.

No aplicativo, será possível encontrar uma enciclopédia de planetas, planetas-anões, estrelas, nebulosas, constelações, satélites naturais e uma opção de Céu Noturno, na qual foi possível visualizar as constelações e suas respectivas posições.

Figura 2 - Interface ao adentrar o aplicativo.



Fonte: GOOGLE PLAY STORE, captura da tela pelo autor (2025).

Assim, é possível destacar que as TDIC's vêm ganhando mais espaço no ensino com os avanços tecnológicos. Contudo, Moran (2013, p. 3) ressalta que “quanto mais tecnologias móveis, maior é a necessidade de que o professor planeje quais atividades fazem sentido para a classe, para cada grupo e para cada aluno. As atividades exigem o apoio de materiais bem elaborados”.

### 4.3 O uso das simulações computacionais no ensino de Física

A forma de ensinar mudou no decorrer dos anos por conta dos avanços tecnológicos alcançados pelo ser humano e, conseqüentemente, o aluno ficou inserido nesse meio cada vez mais. Nesse contexto, muitas escolas, no entanto, acabam não aproveitando esse recurso, visto que não possuem infraestrutura para proporcionar um laboratório de ciências ou de informática.

As SC no ensino de Física é uma forma de deixar os conteúdos como Leis de Kepler e a Gravitação Universal mais atrativos para os alunos e, assim, facilitar o seu entendimento. Este recurso serve de apoio para mediar o conhecimento com o auxílio do professor, a qual é uma junção de modelos matemáticos e algoritmos para simular exemplos complexos o mais próximo possível da realidade.

Nesse sentido, apesar desses modelos possuírem certas limitações, fazem uma grande diferença quando bem empregadas no ensino, onde a atividade tem que estar bem objetivada tanto para o ensino dos conceitos quanto até onde o aluno pode realizar o manuseio da SC. De acordo com Jaime e Leonel (2024, p. 3) “É importante ressaltar que toda simulação se baseia num modelo matemático que “descreve” uma situação real, modelo que depois é matematizado e processado pelo computador, com a finalidade de apresentar uma animação”.

Nessa perspectiva, o uso da ferramenta proporcionou um melhor ensino e aprendizagem com a interação da SC e com os objetivos bem traçados pelo professor, tanto dos conceitos envolvidos quanto dos exemplos que dificilmente conseguiriam compreender. Nessa ocasião, Sousa (2015, p. 21), diz que “conceitos e representações de modelos físicos que nada mais são que símbolos sociais elaborados pela cultura humana e que servem para mediar a relação dele com o conhecimento”.

De acordo com a BNCC atualizada em 2022, a habilidade da competência dois, (EM13CNT303):

Analisar dados de experimentos ou simulações computacionais para interpretar e explicar fenômenos naturais e tecnológicos com base em modelos científicos. Avaliar modelos científicos, reconhecendo suas limitações e condições de aplicabilidade para a compreensão dos fenômenos naturais e tecnológicos (BRASIL, 2018, p. 559).

Nesse caminho, as TDIC's utilizadas de maneira correta e objetiva, podem proporcionar uma aula diversificada e muito mais atrativa. Assim, Gomes, Franco e Rocha (2020, p. 55) concluem que “as simulações são consideradas, por muitos, a solução dos vários problemas que

os professores de Física enfrentam ao explicar aos alunos fenômenos demasiadamente abstratos para serem visualizados apenas com o uso da imaginação”.

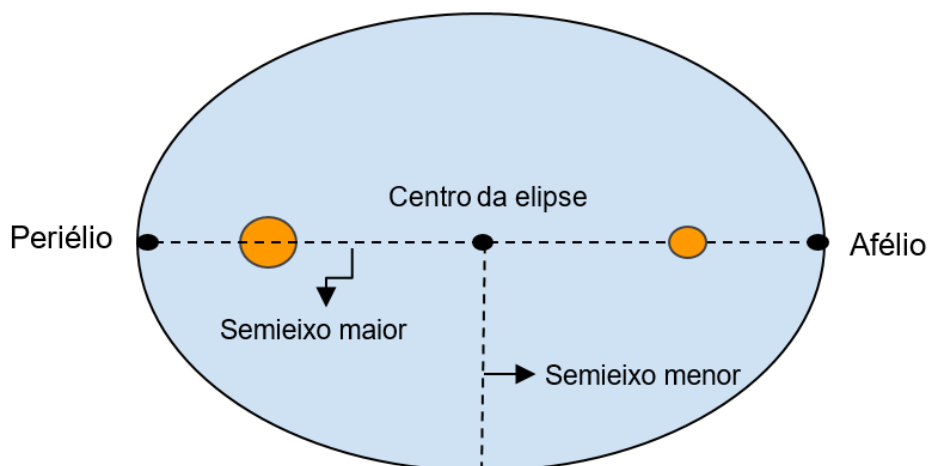
#### 4.4 As Leis de Kepler

Nascido em Weil der Stadt na Alemanha, Johannes Kepler (1571 – 1630) foi um pioneiro nas áreas da matemática e astronomia. Entre suas várias pesquisas a que se sobressaiu foi o estudo sobre o movimento dos corpos celestes, onde o qual formulou três leis a lei das órbitas, a lei das áreas e a lei dos períodos que são usadas até os dias atuais que deram grandes contribuições para o avanço tecnológico do ser humano.

Desde tempos antigos, os movimentos aparentemente aleatórios dos planetas intrigaram os observadores. Estudiosos como Aristóteles, Aristarco, Nicolau Copérnico, Galileu Galilei e, especialmente, Tycho Brahe, que compilou vastos dados observacionais sem telescópio, que contribuíram para o avanço dos estudos. A partir dos dados de Brahe, Kepler, após uma vida de estudos, deduziu as três leis do movimento planetário, que mais tarde Newton demonstrou serem uma consequência da sua lei da gravitação universal.

Após anos de pesquisa e analisando os dados deixados pelo seu mestre Tycho Brahe, Kepler deduziu as duas primeiras leis: a lei das órbitas e a lei das áreas, no entanto demorou cerca de 10 anos para publicar a sua terceira lei. A lei das órbitas diz que o movimento feito pelos planetas ao redor do sol tem forma elíptica e que o sol está em um dos focos. Segundo Halliday e Resnick (2018, p. 43) retratam que “Todos os planetas se movem em órbitas elípticas, com o sol em um dos focos”, como mostra a Figura 3.

Figura 3 - Representação da trajetória elíptica de um planeta em torno do sol.



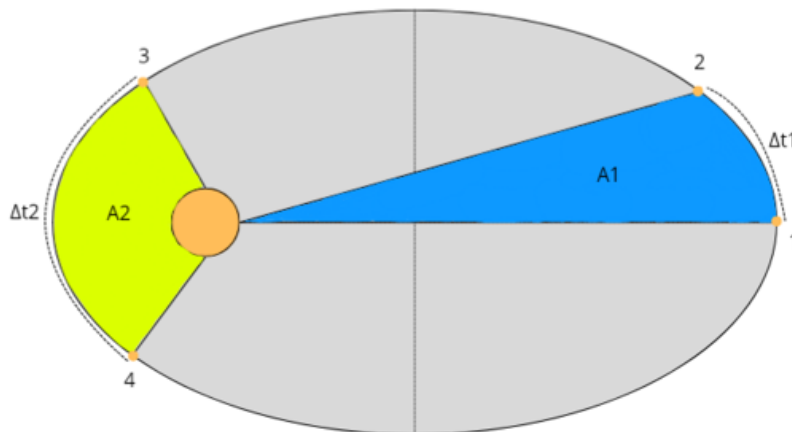
Fonte: Próprio autor, 2025.

A Figura 3 mostra que os planetas giram em torno do sol de forma elíptica, onde o sol está localizado em um dos focos, e o ponto mais próximo do sol se chama periélio e o ponto mais distante se chama afélio. De acordo com Kazuhito e Fuke (2016, p. 238) ressalta que:

Apesar de o enunciado dessas leis das órbitas se referia expressamente aos planetas do nosso sistema solar, sabemos que hoje elas são gerais sendo válida tanto para satélites naturais ou artificiais que orbitam em torno dos planetas como para qualquer sistema planetário que tem astro girando em órbitas fechadas (Kazuhito e Fuke, 2016, p. 238).

Kepler percebeu, quando o planeta estava localizado no afélio, mas devagar esse planeta girava em torno do seu próprio eixo e quando ele estava no periélio que é o ponto o planeta que se movia mais rápido. Assim Kepler conseguiu formular a lei das áreas que segundo Halliday e Resnick (2016, p. 43), “a reta que liga um planeta ao sol varre áreas iguais no plano da órbita do planeta em intervalos de tempos iguais, ou seja, a taxa de variação  $\frac{dA}{dT}$  da área A com o tempo é constante”, como mostra a Figura 4 abaixo.

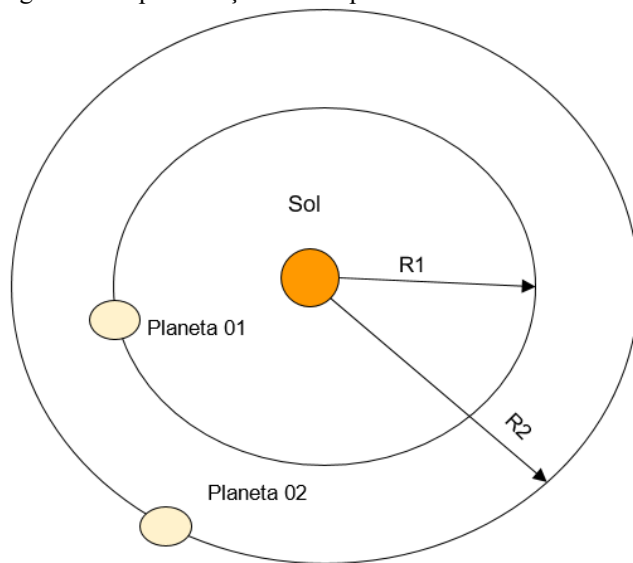
Figura 4 - Representação da lei das áreas.



Fonte: Próprio autor, 2025.

As áreas varridas pela reta que liga o sol com o planeta, tal que, o tempo que o planeta demora para percorrer uma área em que a variação de tempo ( $\Delta T_1$ ) for igual em  $\Delta T_2$ , respectivamente as áreas  $A_1$  e  $A_2$  serão iguais. Depois de um longo período de estudos, Kepler conseguiu deduzir a lei dos períodos, que segundo Kazuhito e Fuke, (2016, p. 239), “para dois planetas que orbitam em torno do sol, os quadrados dos períodos de translação são proporcionais aos cubos dos respectivos raios médios de suas órbitas:  $\frac{T_1^2}{R_1^3} = \frac{T_2^2}{R_2^3}$ ”, como mostra a Figura 5.

Figura 5 - Representação lei dos períodos.



Fonte: Próprio autor, 2025.

Onde:

$T_1 \rightarrow$  É o período de translação do planeta 1 e a unidade de medida dada em segundos (s), no entanto, para fins astronômicos, é comum utilizar o ano luz (a.l.);

$T_2 \rightarrow$  É o período de translação do planeta 2 e a unidade de medida dada em segundos (s), no entanto, para fins astronômicos, é comum utilizar o ano luz (a.l.);

$R_1 \rightarrow$  É o raio que liga o sol ao planeta 1 e a unidade de medida dada em metros (m);

$R_2 \rightarrow$  É o raio que liga o sol ao planeta 2 e a unidade de medida dada em metros (m);

Nesse sentido, com a catalogação dos astros realizadas por Tycho Brahe, com estudos Kepler chegou à conclusão de que a razão  $\frac{T^2}{R^3}$  é igual uma constante (k), ou seja, é a mesma para todos os planetas. Assim, de acordo com Kazuhito e Fuke (2016, p. 239), “essa lei resulta do esforço de Kepler para encontrar uma relação entre as órbitas (trajetória) dos planetas com os tempos despendidos em uma translação completa”.

#### 4.5 A Lei da gravitação universal de Newton

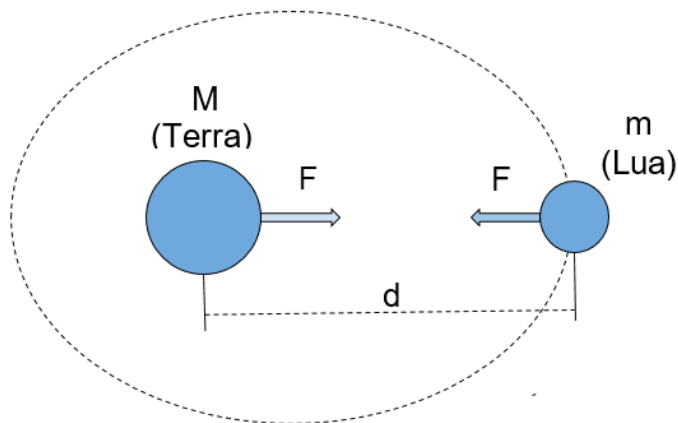
Nascido em uma pequena cidade na Inglaterra, Isaac Newton (1642-1727) foi pioneiro nas áreas de física, matemática e astronomia. No entanto, seus estudos sobre as leis dos movimentos, a Lei da Gravitação Universal e o cálculo diferencial foram de grande destaque, as quais são usadas até os dias atuais.

Partindo desse princípio, por conta de uma doença que alastrou pela Europa, a peste bubônica (1665-1666), Newton viajou para a fazenda de seus familiares e continuou seus

estudos. Nesse contexto, em um dos seus estudos sobre o movimento dos corpos, tendo por base os estudos de Copérnico, Tycho Brahe e principalmente Kepler, conseguiu explicar o porquê os planetas giram em torno do sol, por conta desta descoberta deu origem a Lei da Gravitação Universal.

De acordo com, Kazuhito e Fuke (2016, p. 242) “dois corpos atraem-se mutuamente sempre com forças de intensidades  $f$  diretamente proporcionais ao produto de suas massas  $M$  e  $m$  e inversamente proporcionais ao quadrado da distância  $d$  que separa de seus respectivos centros de gravidade”, como mostra a Figura 6.

Figura 6 - Dois corpos de massa  $M$  e  $m$  se atraindo.



Fonte: Próprio autor, 2025.

Nessa ocasião, quando dois corpos, por exemplo, a terra e a lua têm massas relativamente muito grandes e isso impacta diretamente na força gravitacional de interação desses corpos que têm o mesmo módulo, mesma intensidade e sentidos opostos. Com relação a isso temos as três leis de Newton, a lei da inércia, a lei do princípio fundamental da dinâmica e a lei de ação e reação e a força centrípeta que é uma consequência da senda lei de newton.

Quando relacionadas às três leis formuladas por newton, força centrípeta e a três leis de Kepler conseguimos chegar na definição da força gravitacional que é dada pela seguinte equação formulada por Sir Isaac Newton:

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

Onde,

$F \rightarrow$  é a força de atração dos dois corpos  $M$  e  $m$ ;

$G \rightarrow$  é a constante gravitacional que vale " $6,67408 \times 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ ";

$M \rightarrow$  é a massa do objeto que será o referencial e sua unidade de medida no sistema internacional (SI) e dada em quilo grama (kg);

$m \rightarrow$  é a massa que orbita o objeto referencial e sua unidade de medida no sistema internacional (SI) e dada em quilo grama (kg);

$d^2 \rightarrow$  é a distância que separa os centros de massas dos corpos e sua unidade de medida dada em metros (m).

Partindo da definição proposta por Newton da força gravitacional entre dois corpos, é importante destacar que esta tem suas limitações para campos gravitacionais muito densos, e para mais de dois corpos. Fazendo a relação da equação da força gravitacional com a lei do princípio fundamental da dinâmica, o qual conseguiu encontrar a aceleração gravitacional, tomando a aceleração de um corpo em movimento sendo igual a gravidade que é dada pela seguinte equação:

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

Onde,

$g \rightarrow$  é a aceleração gravitacional e sua unidade de medida dada em metros por segundos ao quadrado ( $m/s^2$ );

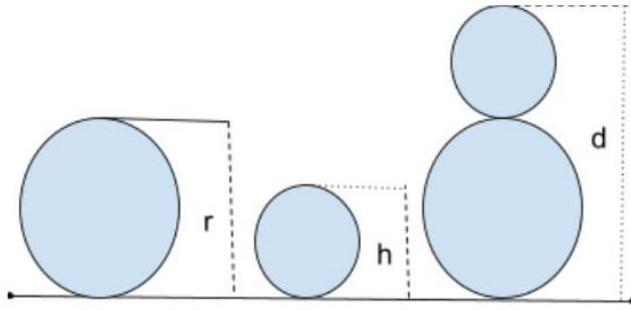
$G \rightarrow$  é a constante gravitacional que vale " $6,67408 \times 10^{-11} N \cdot m^2/kg^2$ ";

$M \rightarrow$  é a massa do objeto que será o referencial e sua unidade de medida no Sistema Internacional internacional (SI) e dada em quilo grama (kg);

$d^2 \rightarrow$  é a distância que separa os centros de massas dos corpos e sua unidade de medida em metros (m).

Através desta equação é possível descobrir a aceleração gravitacional de um planeta que tem raio ( $r$ ), e está a uma distância ( $d$ ) do centro gravitacional. Onde, também pode calcular a aceleração de um objeto que está a uma certa altura ( $h$ ) a distância ( $d$ ), acaba sendo  $d = (r + h)$ . Para simplificar o que foi dito basta imaginarmos duas bolas distintas, as duas têm alturas ou dimensões diferentes a altura da pequena e  $h$  é a da grande  $r$  que para sabermos a altura das duas bolas uma em cima da outra basta fazer a soma da altura da bola pequena mais a da bola grande, como mostra a Figura 7.

Figura 7 - Cálculo da altura resultante de dois objetos com alturas distintas.



Fonte: Próprio autor, 2025.

A energia potencial gravitacional que um determinado objeto utiliza para sair de um ponto A (mais baixo) até um ponto B (mais alto) na vertical tem sempre como referencial em relação ao solo, temos que ter em mente que essa energia depende do referencial, então podemos chegar na seguinte equação:

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

Onde,

$E \rightarrow$  é a energia potencial gravitacional e sua unidade de medida em joule (J);

$G \rightarrow$  é a constante gravitacional que vale “ $6,67408 \times 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ ”;

$M \rightarrow$  é a massa que será o referencial e a unidade de medida em quilo grama (kg);

$m \rightarrow$  é a massa do objeto que está sendo associada ao referencial e a unidade de medida dada em quilo grama (Kg);

$d^2 \rightarrow$  é a distância que separa os centros de massas dos corpos e sua unidade de medida em metros (m).

Esta equação está ligada com a variação de energia de um corpo, por exemplo, tem-se que em um sistema ideal onde o corpo não perde energia, ela é transformada em energia cinética e depois em energia potencial. Para um corpo qualquer orbitar a terra é necessária uma velocidade que possa vencer a força gravitacional, para isso relacionamos a equação proposta por newton da gravitação universal com a força peso e obtemos a seguinte equação:

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r^2}}$$

Onde,

$V \rightarrow$  é a velocidade de escape do objeto é sua unidade de medida no Sistema Internacional é dada em metros por segundo (m/s)

$G \rightarrow$  é a constante gravitacional que vale “ $6,67408 \times 10^{-11} \text{N.m}^2/\text{kg}^2$ ”

$M \rightarrow$  é a massa do objeto que será o referencial e a unidade de medida em quilo grama (kg);

$r^2 \rightarrow$  é a distância que separa os centros de massas dos corpos e sua unidade de medida em

Como as leis de Kepler é o estudo do movimento dos corpos celeste sem levar em consideração o que causa o fenômeno, Newton consegue explicar a causa do fenômeno com a gravitação universal, ou seja, essas leis se completam. Segundo Kazuhito e Fuke, (2016, p. 240), “tendo por base as leis de Kepler e combinando-as com as três leis do movimento, Isaac Newton elaborou a lei da gravitação universal, dando finalmente sentido ao movimento de muitos corpos celestes, independente de qual seja a o tipo de órbita percorrida por eles”.

#### 4.6 Sequência Didática

A sequência didática surge como uma estratégia pedagógica com o objetivo de aprofundar um determinado assunto escolhido pelo docente em um determinado tempo que acaba sendo separado ou dividido em etapas ou passo a passo que tem um início, meio e fim conhecido pelo docente que vai lecionar e pelos alunos. Onde o docente que possui uma lacuna ou fragilidade no conteúdo a ser abordado pode revisar e aprimorar o conhecimento acerca do assunto a ser estudado.

Para compreender o valor pedagógico e as razões que justificam uma sequência didática é fundamental identificar suas fases, as atividades que a constitui e as relações que estabelecem com o objeto de conhecimento, visando atender às verdadeiras necessidades dos alunos Lima, 2018. A SD acaba criando um vínculo de interdependência entre o docente e o aluno passando a ser mais como um mediador que vai fazer com que os alunos sigam cada etapa ou passo a passo sem se desviar do objetivo principal.

O papel do educando no desenvolvimento e na aplicação de uma sequência didática é central, pois nela ele atua como mediador no ensino e na aprendizagem do aluno. No entanto, muitos docentes acabam confundindo a sequência didática como destaca Lima (2018, p. 156) “Muitos professores confundem a sequência didática com plano de aula, seminário e até projetos. Geralmente a confusão acontece porque tanto o projeto, o seminário, a sequência didática e o plano de aula têm a mesma finalidade: ensinar e aprender!”

Nessa relação, o professor organiza atividades que partem dos conhecimentos prévios dos estudantes e os conduzem a novos saberes, garantindo a progressão e a coerência entre os conteúdos. Toda e qualquer sequência didática planejada deve ser desenvolvida para atingir um objetivo, mas não é qualquer objetivo (Lima 2018, p. 156), ou seja, é criado um passo a passo

ou etapas que podem facilitar abordagens de conteúdos abstratos e assim possibilitar o ensino e a aprendizagem mais satisfatória.

## 5 METODOLOGIA

A metodologia é a explicação minuciosa, detalhada, rigorosa e exata de toda ação desenvolvida no método (caminho) do trabalho de pesquisa (Kauark; Manhães e Medeiros, 2010, p. 55 e 54). O caminho e os passos a seguir no decorrer da pesquisa teve a metodologia de natureza aplicada, de caráter qualitativa. Quanto aos fins da pesquisa, foi descritiva e exploratória. Seus meios de pesquisa foram experimentais e de campo, sendo o lócus da pesquisa foi duas turmas do IFAP - *campus* Macapá. Quanto às técnicas e instrumentos, foi feita uma sequência didática e a aplicação de questionário para fazer uma sondagem do conhecimento sobre o assunto abordado.

### 5.1 Natureza da pesquisa

A pesquisa possui natureza aplicada no qual tem como objetivo propor uma alternativa que pode potencializar a aprendizagem dos alunos no contexto escolar, assim mostrando para os professores um meio de ensino onde poderão fazer uso de aplicativo com RA, mais especificamente no ensino por meio de tecnologias educacionais com o Solar System Scope©. Essa proposta está alinhada ao que Kauark, Manhães e Medeiros (2010, p. 26) define como pesquisa aplicada, onde “objetiva gerar conhecimento para aplicação prática dirigida à solução de problemas específicos”.

#### 5.1.1 Caracterização da pesquisa

Trata-se de uma pesquisa que tem como caráter qualitativo, onde teve como proposta compreender os fenômenos educacionais em seu contexto natural, assim buscando interpretar as experiências e percepções dos alunos e professores diante do uso do aplicativo com RA e SC como ferramenta de ensino desse modo Kauark, Manhães e Medeiros (2010, p. 26 e 27) “Considera que há uma relação entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números.”

Acredita-se que o uso deste recurso tecnológico venha a contribuir de forma significativa para o aprendizado dos estudantes, visto que os conteúdos abordados de maneira abstrata poderão ser tratados com caráter mais “real” e dinâmico.

### 5.1.2 Classificação quanto aos fins da pesquisa

A pesquisa é de caráter exploratório e descritivo, que visa investigar um recurso tecnológico ainda pouco usado em sala de aula, Solar System Scope©, e buscar relatar as experiências dos estudantes na aprendizagem. Como ressaltam Kauark, Manhães e Medeiros (2010, p. 28):

Na pesquisa exploratória objetiva a maior familiaridade com o problema, tornando explícito ou a construção de hipóteses. Enquanto a pesquisa descritiva busca descrever as características de determinada população ou fenômeno, ou estabelecimento de relações entre as variáveis (Kauark, Manhães e Medeiros, 2010, p. 28).

Sendo assim iremos explorar o aplicativo para o ensino das leis de Kepler e a gravitação universal de Newton e descrever o que irá ocorrer após o uso do aplicativo.

### 5.1.3 Classificação quanto aos meios da pesquisa

Quanto aos meios, se trata de uma pesquisa experimental e de campo, já que envolve a execução de uma intervenção pedagógica com o uso do aplicativo Solar System Scope©, ocorreu desde uma breve observação até uma coleta de dados e por fim uma discussão para verificar se o uso do aplicativo potencializou o aprendizado desses alunos. Nesse sentido Kauark, Manhães e Medeiros (2010, p. 28), falam que a pesquisa experimental:

Se determina um objeto de estudo, selecionando-se as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, define-se as formas de controle e de observação dos efeitos que as variáveis produzem no objeto [...] A pesquisa de campo é aquela em que a coleta de dados ocorre diretamente com os sujeitos pesquisados, no local onde ocorre o fenômeno (Kauark; Manhães; Medeiros, 2010, p. 28).

## 5.2 Lócus e sujeito da pesquisa

O lócus da pesquisa foi o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá - *campus* Macapá, com duas turmas do primeiro ano do ensino médio. Os sujeitos da pesquisa foram duas turmas, a turma 1, do curso técnico em redes de computadores, com 39 alunos e a turma 2, do curso técnico em mineração, com 38 alunos, totalizando 77 alunos participantes da intervenção com o aplicativo Solar System Scope©.

Ao considerar o perfil das turmas envolvidas, optou-se por realizar a abordagem convencional na turma do 1º ano do curso técnico em redes de computadores devido médio/elevado conhecimento prévio nos conteúdos abordados. Já a abordagem interativa com o aplicativo Solar System Scope©, foi escolhida a turma do curso técnico em mineração por

ser uma turma com pouco ou nenhum conhecimento prévio dos conteúdos da pesquisa, o que facilitaria fazer as devidas análises e comparações entre os dados coletados.

Ressalta-se que a pesquisa foi desenvolvida sob a perspectiva de uma intervenção pedagógica, integrada às atividades regulares de ensino e aprendizagem da componente curricular de Física. No que tange aos aspectos éticos, salienta-se que a participação dos sujeitos ocorreu de forma espontânea, sendo assegurado o absoluto anonimato e confidencialidade das informações coletadas. Os dados obtidos foram utilizados exclusivamente para fins de análise acadêmica e reflexão sobre a prática docente, com anuência institucional para a realização da atividade pedagógica.

### 5.2.1 Caracterização da escola *campus*

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá (IFAP) configura-se como uma autarquia federal de regime especial, vinculada ao Ministério da Educação (MEC). Ele integra a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica e detém autonomia administrativa, patrimonial, financeira e didático-pedagógica para a gestão de suas atividades. O IFAP foi formalmente instituído pela Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008, a partir da reestruturação do antigo Centro Federal de Educação Tecnológica do Amapá (CEFET-AP), alinhando-se ao projeto nacional de expansão e interiorização do ensino técnico e tecnológico de qualidade.

A metodologia de trabalho do IFAP baseia-se na indissociabilidade entre Ensino, Pesquisa e Extensão. No âmbito do Ensino, a instituição enfatiza a integração curricular entre a formação geral e a formação profissional. Na Pesquisa, o foco é o fomento à pesquisa aplicada e à inovação, buscando soluções para demandas regionais e o estímulo à produção científica. Por fim, a Extensão garante a interação com a sociedade por meio da oferta de cursos de Formação Inicial e Continuada (FIC) e de projetos que visam a transferência de conhecimento e o desenvolvimento social e econômico das comunidades amapaenses.

## 5.3 Técnicas e instrumentos de pesquisa

A aplicação do referido trabalho ocorreu nos dias 12, 19 e 26 de novembro de 2025. A aplicação ocorreu no período matutino, nas quartas-feiras, com duas aplicações em cada turma, cada encontro em ambas as turmas teve 1 h e 40 min.

A coleta dos dados desta pesquisa ocorreu por meio de questionários, diálogos e observação. A aplicação do primeiro questionário teve por objetivo verificar os conhecimentos prévios dos alunos a respeito dos conteúdos que foram abordados. A partir disso, este trabalho se desenvolveu acerca dos assuntos leis de Kepler e Gravitação Universal, sendo abordado nas turmas 1 e 2 com abordagem convencional e abordagem interativa, respectivamente.

Durante o decorrer da aplicação, houve interações com os alunos por meio do diálogo aberto e observações quanto ao desempenho e interesse. Ao término, realizou-se a aplicação de um questionário como uma das formas avaliativas em relação ao que foi compreendido. O Quadro 1 a seguir apresenta a SD das atividades desenvolvidas durante a aplicação.

Quadro 1 - Sequência didática das atividades que ocorreram tanto para as leis de Kepler quanto para a gravitação.

| Momentos | Atividades   | Conteúdos  | Quantidade de aula |
|----------|--|--|--------------------|
| 01       | Questionário de conhecimentos prévios.   | Leis de Kepler e Gravitação Universal de Newton. | 1                  |
| 02       | Foram selecionadas duas turmas do 1º ano do ensino médio, no qual realizou-se na turma 1 a abordagem de forma convencional e na turma 2 foi utilizando o aplicativo Solar System Scope®. | Leis de Kepler e Gravitação Universal de Newton. | 2                  |
| 03       | Questionário final.  | Leis de Kepler e Gravitação Universal de Newton. | 1                  |

Fonte: Próprio autor, 2025.

No primeiro momento, foi aplicado um questionário para fazer uma sondagem do conhecimento prévio dos alunos em ambas as turmas.

Em relação ao segundo momento, para a turma 1, a abordagem convencional se iniciou com um breve contexto histórico, introdução às leis de Kepler e, em seguida, a Gravitação Universal. Após a exposição do conteúdo, realizou-se a resolução de exercícios de cada assunto abordado.

Para a turma 2, foi apresentado o aplicativo Solar System Scope®, no qual começou com a seguinte pergunta: será que os planetas que giram em torno do Sol fazem mesmo movimento em círculos? A partir desta pergunta, deu-se início à aplicação da SD com breve abordagem do contexto histórico e da descoberta de Kepler. Em seguida, apresentou-se as leis de Kepler usando o aplicativo Solar System Scope®, a atividade se sucedeu com perguntas norteadoras para abordar cada assunto com base nos conhecimentos prévios para dar andamento no conteúdo.

Ao abordar o conteúdo de Gravitação, este se iniciou com a seguinte pergunta: Por que os planetas se mantêm girando em torno do Sol? A partir desta pergunta, foi abordado um pouco do contexto histórico e da descoberta de Newton. Logo em seguida, foi apresentado o conteúdo usando o aplicativo Solar System Scope© e o decorrer da atividade se desenvolveu com perguntas norteadoras para abordar cada assunto com base nos conhecimentos prévios para dar andamento no conteúdo.

No terceiro momento apresentamos aos alunos das duas turmas um questionário para verificar o conhecimento adquirido dos alunos e assim podemos comparar os dados coletados pelos questionários aplicados.

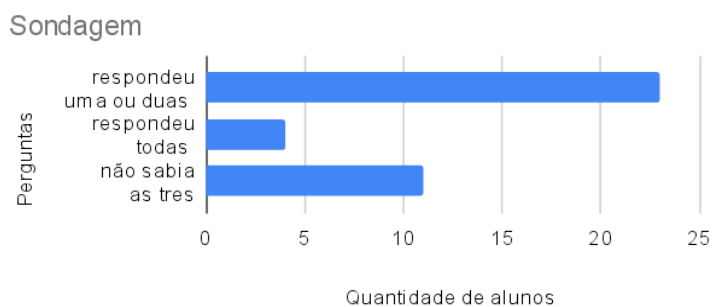
## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção apresenta o quantitativo de respostas obtidas nos dois momentos da pesquisa: o questionário 1, aplicado inicialmente para sondagem dos conhecimentos prévios, e o questionário 2, realizado após a aplicação da SD. A partir desses dados, procedeu-se à análise e reflexão comparativa para verificar o progresso da aprendizagem dos envolvidos.

Das respostas relacionadas ao primeiro questionário para fazer a sondagem nas duas turmas foram consideradas respostas satisfatórias as seguintes: pergunta 01 “e a parte da física que estuda o movimento dos corpos celeste”; pergunta 02 “está relacionada com queda de objetos no chão”; e pergunta 03 “sim, e essencial para compreender os fenômenos que ocorrem no cotidiano e para provas e concursos”. Nesse âmbito, as repostas que eram parecidas ou tinha alguns aspectos do que anteriormente foi mencionada considera-se satisfatória.

Com a turma 1, no primeiro momento foi solicitado aos alunos para responder três perguntas sobre Gravitação Universal e as Leis de Kepler, onde 23 alunos equivalente a 60,53% que responderam uma ou duas, 4 alunos equivalente a 10,53% que responderam de forma satisfatória as três perguntas e 11 alunos equivalente a 28,95% disseram que não sabia nenhuma das três perguntas, conforme apresentado no Gráfico 1. Neste encontro foi abordado o tópico sobre as leis de Kepler.

Gráfico 1 - Respostas da sondagem questionário 1 primeiro momento.



Fonte: Próprio autor 2025.

No segundo encontro deu-se início o segundo momento da SD, no qual foi realizada a abordagem seguindo a SD desenvolvida com um contexto histórico e a introdução dos conceitos, as leis de Kepler e as equações sobre Gravitação. Os alunos demonstraram bastante interesse no conteúdo, interagindo bastante durante a aula com exemplos e perguntas associadas ao cotidiano desde relatos de filmes a documentários que apresentavam relação aos fenômenos físicos abordados.

Ao término do conteúdo, no terceiro momento, foi passado um questionário com nove perguntas para os alunos responderem. Nesse momento, foi levado em consideração quantas perguntas cada aluno respondeu e seu percentual de resposta que foi considerada correta, a qual 2 alunos responderam duas perguntas equivalente a 25%, 3 alunos responderam três perguntas equivalente a 37,5%, 5 alunos responderam quatro questões equivalente a 50%, 4 alunos responderam cinco questões equivalente a 62,5%, 8 alunos responderam seis perguntas equivalente a 75%, 9 alunos responderam sete questões equivalente a 87,5% e por fim 9 alunos responderam oito perguntas equivalente a 100% das perguntas e respostas corretas como mostra o Gráfico 2 abaixo

Gráfico 2 – Resposta do questionário 2 terceiro momento.

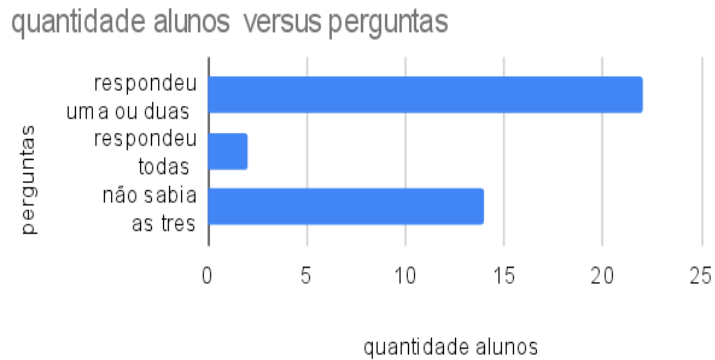


Fonte: Próprio autor 2025

De modo semelhante, Moreira 2018, destaca que, embora os alunos possam apresentar bons resultados em avaliações objetivas, o modelo tradicional nem sempre garante compreensão conceitual profunda. Assim, os resultados obtidos nesta referida aplicação confirmam que a aula tradicional pode gerar desempenho satisfatório em termos quantitativos, mas apresenta limitações quando se considera a qualidade da aprendizagem dos alunos.

Na turma 2 foi feita a abordagem do conteúdo com o uso do aplicativo Solar System Scope©, conforme a SD desenvolvida para essa aula. No primeiro momento foi passado para os alunos um questionário com três perguntas, 2 alunos responderam todas as perguntas e 22 alunos responderam uma ou duas perguntas satisfatoriamente e 14 alunos responderam que não sabiam as três perguntas, como mostra o gráfico 3, assim totalizando um total de 38 alunos, a abordagem chamou a atenção dos alunos.

Gráfico 3 - Respostas do questionário 1 terceiros momento.



Fonte: Próprio autor 2025.

Durante o segundo momento, os alunos da turma 2 demonstraram bastante interesse com a utilização do aplicativo para a abordagem das Leis de Kepler e Gravitação Universal. Nessa segunda etapa, os alunos se apresentaram mais participativos, pois foi possível realizar a mediação e interação com as funções do aplicativo, permitindo-lhes manipular o Sistema Solar “na palma da mão”, além de compreender a distribuição espacial do universo, ordem e movimento orbital dos planetas e características dos corpos celestes.

No terceiro momento aplicou-se um questionário com oito perguntas, às quais 1 aluno respondeu corretamente duas perguntas equivalente a 25%, 3 alunos responderam corretamente três perguntas equivalente a 37,5%, 4 alunos responderam cinco questões equivalente a 62,5%, 6 alunos responderam corretamente 4 questões equivalente a 50%, 8 alunos responderam corretamente seis perguntas equivalente a 75%, 9 alunos responderam corretamente sete perguntas equivalente a 87,5% e 3 alunos responderam corretamente oito equivalente a 100% das perguntas corretas como mostra o Gráfico 4.

Gráfico 4 - Respostas do questionário 2 terceiro momento.



Fonte: Próprio autor 2025

Em concordância com Araújo *et al.* (2019), a abordagem realizada com o uso do aplicativo possui um potencial significativo, pois se mostrou eficaz ao conciliar teoria e demonstrações ilustrativas com SC e RA, o que corrobora com aplicação feita com a turma 2.

Conforme as análises dos dados obtidos na primeira etapa na sondagem dos conhecimentos prévios dos alunos, percebeu-se que os alunos da turma 1 comparado com a turma 2 tinham mais conhecimento a respeito do assunto que foi abordado, ou seja, mesmo sendo abordado de forma tradicional, a turma 1 apresentou um domínio maior acerca dos conteúdos abordados.

No segundo questionário, a turma 1 teve apenas quatro alunos que responderam um equivalente de 25% a 37,5% das oito perguntas, enquanto na turma 2 apenas nove alunos responderam um equivalente de 25% a 37,5% das oito perguntas. Diante deste resultado obtido, deve-se levar em consideração que nem todos os alunos aprendem da mesma maneira, ou seja, o tempo de aprendizado de cada aluno é diferente e pelo fato de não ter nenhum contato anterior com a turma não tinha como identificar e preparar um conteúdo.

Na turma 1, os alunos foram mais participativos, fazendo perguntas e trazendo exemplos de algo que já viram ou observaram no seu cotidiano, assim tornando a aula mais dinâmica tornando o aprendizado mais envolvente e colaborativo, o que já era de se esperar de acordo com o que a professora informou que eles são ativos nas aulas. Enquanto na turma 2 foi possível perceber que o aplicativo chamou a atenção dos alunos fazendo com que eles atuem de forma ativa da intervenção, os quais trouxeram algumas de suas vivências relacionadas ao conteúdo que estava sendo abordado.

Com o segundo questionário comparando e analisando a quantidade de questões que cada aluno respondeu de forma satisfatória, na turma 1 com 35 alunos responderam igual e acima de 50% corretamente as oito perguntas no segundo questionário, enquanto a turma 2 com 30 alunos responderam igual e acima de 50% corretamente as oito perguntas.

Os dados obtidos na turma 1 e turma 2 vem de encontro com a teoria sociocultural do desenvolvimento cognitivo de Vygotsky que tem como pilar fundamental para ensinar o conceito através da interação do sujeito com o contexto em que ele está inserido através do aprimoramento das funções psicológicas superiores. Temos, o instrumento que caracteriza o aplicativo, o datashow, o pincel, a lousa, o apagador, pois eles ampliam a capacidade de visualização de como ocorre os fenômenos físicos e o signo que atua na comunicação de palavras, com o pensamento verbal.

Diante da análise realizada dos dados coletados pesquisadores como: Araújo *et al.* (2019), Gomes; Franco e Rocha (2020), Jaime e Leonel (2024), Neto *et al.* (2022); Moran

(2013), Silva e Campos (2010) em seus trabalhos ressaltam o potencial das tecnologias digitais como um recurso pedagógico que pode potencializar a aprendizagem. Contudo quando utilizado deve ser conciliada com uma sequência didática para traçar um passo a passo e trabalhar de forma objetiva e eficiente sem se desviar do objetivo principal proposto pelo educador.

## 7 CONCLUSÃO

Com a execução deste trabalho e a análise realizada através do dado coletado pode-se concluir que a abordagem feita ocorreu de forma satisfatória, alcançando os objetivos definidos na construção do projeto. Ademais, as utilizações das TDIC mostraram eficiência quando utilizadas no ensino.

Diante dessa análise realizada no referido trabalho levando em consideração que os jovens estão cada vez mais imersos nas tecnologias digitais como os dispositivos móveis, o que acaba dificultando o ensino. Atualmente, está cada vez mais difícil chamar a atenção dos alunos para realizar a abordagem dos conteúdos, levando isso em consideração e a perspectiva de Vygotsky, utilizar recursos que estão inseridos no contexto social acaba se tornando uma ferramenta pedagógica valiosa.

Onde para a utilização deste recurso pedagógico é necessário apenas utilizar a internet para fazer download do aplicativo no Play Store, ou seja, o aplicativo funciona off-line sendo apenas necessário que os alunos façam o download em suas casas antes de ir para a escola ou o professor fazer o download e utilizar um data show. Para que a utilização do aplicativo Solar System Scope© ocorra de forma mais organizada e objetiva se faz necessário a conciliação de uma sequência didática, a qual se o professor pode utilizar como parâmetro caso dê aula para mais de uma turma que esteja na mesma série apenas realizando algumas mudanças para se adequar ao perfil da referida turma.

Neste aspecto, podemos definir que as TDIC quando bem utilizadas tornam os conteúdos mais atrativos e lúdicos promovendo uma aprendizagem mais dinâmica e interativa. Além disso, esse tipo de abordagem pode ser estendido para outras componentes curriculares para o ensino, não só se prendendo em conteúdos abstratos.

A atualidade desta pesquisa mostra sua relevância tanto para o ensino quanto para a aprendizagem, em requisito a utilização desta ferramenta pedagógica como o Solar System Scope© para abordagem das Leis de Kepler e Gravitação Universal de Newton. A simulação computacional conciliada com a realidade aumentada facilita a construção de conceitos, promovendo um maior engajamento e assim contribuindo com que o aluno estabeleça relações entre teoria e prática.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO, Adriano Alves de; SANTOS, Harrison Luz dos; FREIRE, Gabryell Malcher; MOURA, Fábio Andrade de. Avaliação do uso do aplicativo Solar System Scope no ensino das Leis de Kepler. In: MARAVIESKI, Sabrina Passoni (Org.). **Pesquisa em Ensino de Física**. Ponta Grossa: Atena, 2019.

BRASIL. Lei nº 15.100, de 13 de janeiro de 2025. Dispõe sobre a utilização de aparelhos eletrônicos portáteis pessoais por estudantes nos estabelecimentos de ensino da educação básica. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 14 jan. 2025. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2023-2026/2025/lei/115100.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2025/lei/115100.htm). Acesso em: 12 jun. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC): Ensino Médio**. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: [https://www.gov.br/mec/pt-br/cne/bncc\\_ensino\\_medio.pdf](https://www.gov.br/mec/pt-br/cne/bncc_ensino_medio.pdf). Acesso em: 30 maio 2025.

GOMES, Érica Cupertino; FRANCO, Xaieny Luiza de Souza Oliveira; ROCHA, Alexandro Silvestre da. **Uso de simuladores para potencializar a aprendizagem no ensino de Física**. Araguaína, TO: EDUFT, 2020.

GOMES, Gilvane Lima Sobrinha; FERNANDES, Izaias Médice. **A influência da infraestrutura escolar e formação docente no desempenho dos estudantes na área de Ciências da Natureza**. SciELO Preprints, 2021.

HALLIDAY, David; RESNICK, Jearl Walker. **Fundamentos de física: mecânica**. vol. 1. tradução Sérgio de Biasi. - 10. ed. - [Reimpr.]. - Rio de Janeiro : LTC, 2018.

JAIME, Danay Manzo; LEONEL, André Ary. Uso de simulações: um estudo sobre potencialidades e desafios apresentados pelas pesquisas da área de ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 46, e20230309, 2024.

KAUARK, Fabiana; MANHÃES, Fernanda Castro; MEDEIROS, Carlos Henrique. **Metodologia da pesquisa: um guia prático**. Itabuna, BA: Via Litterarum, 2010.

LIMA, Donizete Franco. A Importância da sequência didática como metodologia no ensino da disciplina de física moderna. **Revista triângulo**, Uberaba, MG, v. 11, n.1, p. 151-162, jan./abr. 2018.

MORAN, José. **Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda**. São Paulo: [s.n.], [s.d.]. Disponível em: [https://moran.eca.usp.br/wp-content/uploads/2013/12/metodologias\\_moran1.pdf](https://moran.eca.usp.br/wp-content/uploads/2013/12/metodologias_moran1.pdf). Acesso em: 10 abr. 2025.

MOREIRA, Marco Antônio. Desafios no ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 40, n. 1, e1403, 2018.

MOREIRA, Danilo Gonçalves. **Teorias de aprendizagem: revisão da literatura e aplicações no ensino de Física**. 2019. 55f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

NETO, João Xavier da Silva; PEREIRA, Betânia de Pinho Veras; SILVA, Ana Paula Apolinario da; MOURA, Luiz Francisco Wemmenson Gonçalves; LIMA, Jackson Fernandes; OLIVEIRA, Luciana Freitas de. Uso de aplicativos no ensino sobre sistema solar e modelos atômicos: uma revisão sistemática. *Essentia – Revista de Cultura, Ciência e Tecnologia da UVA*, Sobral, v. 23, n. 2, 2022.

PIRES, Antônio S.T. **Evolução das ideias da física**. Ed. 2ª - São Paulo: Livraria da Física, 2011. Bibliografia.

SOUSA, Marcelo Clayton de Jesus e. **O uso da realidade aumentada no ensino de Física**. 2015. 134f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

VIGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

VIGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

YAMAMOTO, Kazuhito; FUKU, Luiz Felipe. **Física para o ensino médio: mecânica**. vol. 1. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

## APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO 1

**APÊNDICE A - questionário para verificar o nível de entendimento dos alunos, sobre o assunto a ser abordado.**

1. O que você compreende sobre as leis de Kepler?
2. O que você compreende sobre a lei da gravitação universal de Newton?
3. Na sua opinião, por que é importante entender a respeito da lei da gravitação universal de Newton e das leis de Kepler?

## APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO 2

### APÊNDICE B - questionário após a abordagem realizada nas duas turmas

1. Qual das alternativas melhor representa a primeira lei de Kepler?

- Os planetas descrevem órbitas circulares ao redor do Sol.
- Os planetas descrevem órbitas elípticas ao redor do Sol, que está em um dos focos da elipse.
- Os planetas se afastam indefinidamente do Sol.
- Os planetas estão fixos em suas órbitas ao redor da Terra.

2. A velocidade com que um planeta se move em sua órbita ao redor do Sol é constante durante todo o percurso.

- Verdadeiro
- Falso

3. Explique com suas palavras o que a segunda lei de Kepler (lei das áreas) nos diz sobre o movimento dos planetas.

4. A terceira lei de Kepler estabelece uma relação entre:

- A massa do planeta e sua densidade.
- O tempo que o planeta leva para orbitar o Sol e o raio médio da órbita.
- A força gravitacional e a velocidade da luz.
- O tamanho do planeta e sua distância da Lua.

5. De acordo com a lei da gravitação universal de Newton, a força gravitacional entre dois corpos:

- Depende apenas da massa do corpo maior.
- Aumenta a distância entre os corpos.
- Diminui com a distância e aumenta com as massas dos corpos.
- É sempre igual à força magnética entre os corpos.

6. Se a massa de um dos corpos dobrar, o que acontece com a força gravitacional entre dois corpos (mantendo a distância constante)?

- A força diminui pela metade.
- A força permanece a mesma.
- A força dobra.
- A força quadruplica.

7. A força gravitacional entre dois corpos é mútua, ou seja, ambos os corpos exercem a mesma força um sobre o outro.

Verdadeiro    Falso

8. Explique por que os astronautas parecem estar “flutuando” dentro da Estação Espacial Internacional, mesmo estando sob ação da gravidade.

## APÊNDICE C – PRODUTO EDUCACIONAL

### INTERVENÇÃO COM O SYSTEM SOLAR SCOPE

#### Aula 01

Identificação: IFAP

Componente curricular: Física

Conteúdo: leis de Kepler

Duração: 60 min

Objetivos específicos:

- Compreender conceitos físicos: as leis de Kepler através do aplicativo Solar System Scope@;

Pergunta norteadora: Será que os planetas que giram em torno do sol fazem o mesmo movimento em círculos?

### INTRODUÇÃO

O estudo e a observação do céu é uma prática realizada desde a antiguidade pelos povos, filósofos e estudiosos de grandes civilizações para prever épocas de abundância de acordo com o comportamento dos astros no céu. O primeiro modelo que surgiu descrevia o movimento dos corpos celestes, o sistema solar, foi o modelo geocêntrico proposto pelos discípulos da escola pitagórica no século IV a.C, onde a terra circulava uma vez por dia ao redor de um fogo central, sempre com a mesma face voltada para ele, enquanto os outros planetas orbitavam em torno da terra, e ela girava em torno de si mesma.

Aristóteles no século IV a.C alterou o modelo proposto pela escola pitagórica, fazendo o sistema solar conter 54 esferas e dividiu o universo em duas regiões: a sublunar região que interna à esfera da lua e a divina região externa à esfera da lua. Anos mais tarde, Ptolomeu no século II d.C, propôs em seu modelo que a terra ocupava o centro do universo e os planetas giram em torno da terra, esse modelo proposto por Ptolomeu foi amplamente defendido pela igreja pois se alinhava com seus preceitos.

O primeiro estudioso a propor que o sol estava no centro do sistema solar era Aristarco no século III a.C, no entanto sua ideia foi refutada, anos depois em 1543 Nicolau Copérnico em sua obra denominada de *Revolutions Orbium Celestium*, propôs o modelo heliocêntrico, onde o sol ocupa o centro do universo, sua teoria foi repudiada com veemência, no entanto Copérnico não sofreu nenhuma retaliação por parte da igreja que apoiava o modelo geocêntrico fortemente,

pois faleceu no ano da publicação de sua obra. Entretanto, sua teoria teve grandes apoiadores como Giordano Bruno e Galileu Galilei, que apoiavam sua ideia do modelo heliocêntrico, os quais sofreram grandes retaliações por parte da igreja.

Em seguida teve um astrônomo dinamarquês conhecido como Tycho Brahe que mapeou e catalogou as posições dos astros com precisão, com objetivo de contestar os argumentos de Copérnico. Após a morte de Brahe, Kepler através dos dados catalogados de seu mestre, conseguiu mostrar completamente a natureza do movimento planetário, que anos mais tarde foram denominadas as três leis de Kepler em sua homenagem.

Figura 1 – Explicação da interface do aplicativo



Fonte: GOOGLE PLAY STORE, captura da tela que foi enumerada pelo autor (2025).

Após essa introdução será feita o uso do aplicativo Solar System Scope© ao entrar no aplicativo pelo celular ou pelo site se deparamos com a seguinte interface, como mostra a figura 8, foi enumerada as opções mais importantes de um a seis, ao clicar na opção um da pra selecionar o sistema solar, o planetas que deseja ver, a estrela ou até mesmo estrelas próximas e o sistemas solar, na opção dois aparece o sistema de configuração onde dá pra mostrar estrelas, a localização atual da pessoa que está usando o aparelho, dar para optar se quer mostra estrelas, constelações, objetos que os seres humanos já lançaram para o espaço, cometas, caminho da órbitas dos planetas e cometas e algumas opções de céu noturno, tem enciclopédia dos planetas e estrelas que aparece ao clicar neles e mais algumas opções, ao clicar na opção tres da pra selecionar o que quer ver em específico, na opção quatro possível avançar no tempo ou voltar no tempo, na opção cinco e possível dar um zoom, tanto para aproximar quando afastar, na opção seis da pra escolher a música de fundo ou simples silenciar, enquanto na opção sete fica a opção de upgrade no valor de oito reais e quarenta e nove centavos, e contém algumas informações sobre o aplicativo.

## DESENVOLVIMENTO

1ª lei: A lei das órbitas.

Kepler chegou a conclusão através dos estudos do meu mestre Tycho Brahe que os planetas que giram em torno do sol descrevem um formato elíptico em uma volta completa, com o sol em um de seus focos.

2ª lei: A lei das áreas.

Kepler notou que se ligar um segmento imaginário que liga o sol a um planeta, ele percebeu em seus estudos que o planeta em questão irá percorrer áreas em intervalos de tempos iguais durante a sua translação, ou seja,  $\Delta t_1 = \Delta t_2$ , logo  $A_1 = A_2$ .

3ª lei: A lei dos períodos.

Essa lei foi resultado de Kepler em demonstrar uma relação entre as órbitas dos planetas com o tempo gasto em uma translação completa, o qual chegou na seguinte conclusão que para dois planetas que orbitam o sol, os quadrados dos períodos de translação são proporcionais aos cubos dos respectivos raios médios de suas órbitas temos que:  $\frac{T^2_1}{R^3_1} = \frac{T^2_2}{R^3_2}$ .

Recursos: computador; data show; dispositivo móvel com acesso à internet; pincel; lousa; apagador.

### Aula 02

Identificação: IFAP

Componente curricular: Física

Conteúdo: Gravitação Universal de Newton

Duração: 60 min

Objetivos específicos:

- Compreender conceitos físicos: as leis de Kepler e gravitação através do aplicativo Solar System Scope@;

- Utilizar o aplicativo Solar System Scope@ como ferramenta pedagógica de ensino;

Andamento da atividade:

Pergunta norteadora:

Porque os planetas se mantêm girando em torno do Sol?

## INTRODUÇÃO

Kepler em seus estudos buscou explicar em seus o movimento dos planetas em torno do sol não se atentando para o que dava origem a esse movimento dos planetas. No entanto, como Newton já sabia que as trajetórias dos planetas eram um pouco achatadas, estando mais próxima de uma circunferência que de uma elipse.

Em questão a massas do planetas newton adotou ela toda no centro do planeta, com o auxílio da terceira lei de Kepler e a sua terceira lei a ação e reação, ele conseguiu deduzir uma equação que mostrava a intensidade da força que o campo gravitacional da terra puxa um objeto onde ele percebeu que a força gravitacional era diretamente proporcional ao produto das massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância e que para igualar essas expressões ele deduziu um cálculo para por uma constante que satisfizesse a equação e assim ele conseguiu chegar na equação que descreve a força gravitacional entre dois corpos

## DESENVOLVIMENTO

Newton demonstrou que dois corpos se atraem mutuamente com forças e intensidades proporcionais ao produto de suas massas e a sua constante gravitacional  $G$  que equivale a  $6,67 \times 10^{-11} N.m^2/kg^2$  e essa força e intensidade é inversamente proporcional ao quadrado da distância que separa seus centros de gravidade temos que a definição é:  $F = G \frac{Mm}{d^2}$

Aceleração gravitacional

Para definir a aceleração gravitacional de um planeta em qualquer ponto, basta relacionar a segunda lei de Newton ( $F = m \times a$ , onde  $a = g$ ) com a definição da força gravitacional:  $m \times g = G \frac{Mm}{d^2}$  logo temos que:  $g = G \frac{M}{d^2}$  e se não levar em consideração a rotação do planeta a aceleração gravitacional é igual ao peso ( $P = m \times g$ ). Se levar em consideração o efeito da rotação, a aceleração centrípeta de um objeto que está com uma

velocidade ( $v$ ) a uma distância ( $r$ ) eixo de rotação vale  $\frac{v^2}{r}$  temos:  $g = \frac{G \times M}{d^2} - \frac{v^2}{r}$  onde  $r = d \cos(\theta)$  portanto  $g = \frac{G \times M}{d^2} - \frac{v^2}{d \cos(\theta)}$ .

O planeta terra possui um satélite natural que é a lua, entretanto o ser humano conseguiu produzir satélites artificiais que ficam orbitando a terra, para que isso ocorra a resultante centrípeta que os mantém em órbita e a própria força gravitacional, podemos calcular essa velocidade para manter em órbita relacionando a força centrípeta com a força gravitacional e

então vamos obter:  $v = \sqrt{\frac{GM}{d}}$ .

Energia potencial gravitacional

A energia potencial gravitacional depende sempre do referencial em relação à superfície da terra e seu campo gravitacional, caso o objeto em questão saia do campo gravitacional do planeta pode se dizer que está indo para o infinito e sua energia é igual a zero, então temos que a energia potencial gravitacional é:  $E(\text{potencial gravitacional}) = -G \frac{M \times m}{d}$

Então pode-se calcular a velocidade de escape de um objeto caso queira mandar ele para o espaço, basta relacionamos a energia potencial gravitacional no planeta com a energia do objeto que saiu do campo gravitacional, pelo princípio de conservação de energia mecânica temos que:  $E(\text{planeta}) = E(\text{fora do planeta})$ , logo,  $v(\text{escape}) = \sqrt{\frac{2GM}{d}}$ , onde o raio do planeta é  $d$ .

Recursos: computador; data show; dispositivo móvel com acesso a internet; pincel; lousa; apagador;

## INTERVENÇÃO CONVENCIONAL

### Aula 01

Identificação: IFAP

Componente curricular: Física

Conteúdo: leis de Kepler

Duração: 60 min

Andamento da atividade:

## INTRODUÇÃO

O estudo e a observação do céu são uma prática realizada desde a antiguidade pelos povos, filósofos e estudiosos de grandes civilizações para prever épocas de abundância de acordo com o comportamento dos astros no céu. O primeiro modelo que surgiu descrevia o movimento dos corpos celestes, o sistema solar, foi o modelo geocêntrico proposto pelos discípulos da escola pitagórica no século IV a.C, onde a terra circulava uma vez por dia ao redor de um fogo central, sempre com a mesma face voltada para ele, enquanto os outros planetas orbitavam em torno da terra, e ela girava em torno de si mesma.

Aristóteles no século IV a.C alterou o modelo proposto pela escola pitagórica, fazendo o sistema solar conter 54 esferas e dividiu o universo em duas regiões: a sublunar região que interna à esfera da lua e a divina região externa à esfera da lua. Anos mais tarde, Ptolomeu no século II d.C, propôs em seu modelo que a terra ocupava o centro do universo e os planetas giram em torno da terra, esse modelo proposto por Ptolomeu foi amplamente defendido pela igreja pois se alinhava com seus preceitos.

O primeiro estudioso a propor que o sol estava no centro do sistema solar era Aristarco no século III a.C, no entanto sua ideia foi refutada, anos depois em 1543 Nicolau Copérnico em sua obra denominada de *Revolutions Orbium Celestium*, propôs o modelo heliocêntrico, onde o sol ocupa o centro do universo, sua teoria foi repudiada com veemência, no entanto Copérnico não sofreu nenhuma retaliação por parte da igreja que apoiava o modelo geocêntrico fortemente, pois faleceu no ano da publicação de sua obra. Entretanto, sua teoria teve grandes apoiadores como Giordano Bruno e Galileu Galilei, que apoiavam sua ideia do modelo heliocêntrico, os quais sofreram grandes retaliações por parte da igreja.

Em seguida teve um astrônomo dinamarquês conhecido como Tycho Brahe que mapeou e catalogou as posições dos astros com precisão, com objetivo de contestar os argumentos de Copérnico. Após a morte de Brahe, Kepler através dos dados catalogados de seu mestre, conseguiu mostrar completamente a natureza do movimento planetário, que anos mais tarde foram denominadas as três leis de Kepler em sua homenagem.

## DESENVOLVIMENTO

1ª lei: A lei das órbitas.

Kepler chegou a conclusão através dos estudos do meu mestre Tycho Brahe que os planetas que giram em torno do sol descrevem um formato elíptico em uma volta completa, com o sol em um de seus focos.

2ª lei: A lei das áreas.

Kepler notou que se ligar um segmento imaginário que liga o sol a um planeta, ele percebeu em seus estudos que o planeta em questão irá percorrer áreas em intervalos de tempos iguais durante a sua translação, ou seja,  $\Delta t_1 = \Delta t_2$ , logo  $A_1 = A_2$ .

3ª lei: A lei dos períodos.

Essa lei foi resultado de Kepler em demonstrar uma relação entre as órbitas dos planetas com o tempo gasto em uma translação completa, o qual chegou na seguinte conclusão que para dois planetas que orbitam o sol, os quadrados dos períodos de translação são proporcionais aos cubos dos respectivos raios médios de suas órbitas temos que:  $\frac{T^2_1}{R^3_1} = \frac{T^2_2}{R^3_2}$ .

Recursos: pincel; lousa; apagador;

## **Aula 02**

Identificação: IFAP

Componente curricular: Física

Conteúdo: gravitação

Duração: 60 min

Objetivos específicos:

- Abordar o contexto histórico que levou Kepler a deduzir as suas três leis;
- Analisar a relação entre as leis de Kepler e a gravitação;
- Aplicar as leis de Kepler em situações práticas como o cálculo de órbitas e gravidade de planetas;

Andamento da atividade:

## INTRODUÇÃO

Kepler em seus estudos buscou explicar em seus o movimento dos planetas em torno do sol não se atentando para o que dava origem a esse movimento dos planetas. No entanto, como Newton já sabia que as trajetórias dos planetas eram um pouco achatadas, estando mais próxima de uma circunferência que de uma elipse.

Em questão a massas do planetas newton adotou ela toda no centro do planeta, com o auxílio da terceira lei de Kepler e a sua terceira lei a ação e reação, ele conseguiu deduzir uma equação que mostrava a intensidade da força que o campo gravitacional da terra puxa um objeto onde ele percebeu que a força gravitacional era diretamente proporcional ao produto das massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância e que para igualar essas expressões ele deduziu um cálculo para por uma constante que satisfizesse a equação e assim ele conseguiu chegar na equação que descreve a força gravitacional entre dois corpos.

## DESENVOLVIMENTO

Newton demonstrou que dois corpos se atraem mutuamente com forças e intensidades proporcionais ao produto de suas massas e a sua constante gravitacional  $G$  que equivale a  $6,67 \times 10^{-11} N.m^2/kg^2$  e essa força e intensidade é inversamente proporcional ao quadrado da distância que separa seus centros de gravidade temos que a definição é:  $F = G \frac{Mm}{d^2}$

Para definir a aceleração gravitacional de um planeta em qualquer ponto, basta relacionar a segunda lei de Newton ( $F = m \times a$ , onde  $a = g$ ) com a definição da força gravitacional:  $m \times g = G \frac{Mm}{d^2}$  logo temos que:  $g = G \frac{M}{d^2}$  e se não levar em consideração a rotação do planeta a aceleração gravitacional é igual ao peso ( $P = m \times g$ ). Se levar em consideração o efeito da rotação, a aceleração centrípeta de um objeto que está com uma velocidade ( $v$ ) a uma distância ( $r$ ) eixo de rotação vale  $\frac{v^2}{r}$  temos:  $g = \frac{G \times M}{d^2} - \frac{v^2}{r}$  onde  $r = d \cos(\theta)$  portanto  $g = \frac{G \times M}{d^2} - \frac{v^2}{d \cos(\theta)}$ .

O planeta terra possui um satélite natural que é a lua, entretanto o ser humano conseguiu produzir satélites artificiais que ficam orbitando a terra, para que isso ocorra a resultante centrípeta que os mantém em órbita e a própria força gravitacional, podemos calcular essa

velocidade para manter em órbita relacionando a força centrípeta com a força gravitacional e

então vamos obter:  $v = \sqrt{\frac{GM}{d}}$ .

Energia potencial gravitacional

A energia potencial gravitacional depende sempre do referencial em relação à superfície da terra e seu campo gravitacional, caso o objeto em questão saía do campo gravitacional do planeta pode se dizer que está indo para o infinito e sua energia é igual a zero, então temos que

a energia potencial gravitacional é:  $E(\text{potencial gravitacional}) = -G \frac{M \times m}{d}$

Então pode-se calcular a velocidade de escape de um objeto caso queira mandar ele para o espaço, basta relacionamos a energia potencial gravitacional no planeta com a energia do objeto que saiu do campo gravitacional, pelo princípio de conservação de energia mecânica

temos que:  $E(\text{planeta}) = E(\text{fora do planeta})$ , logo,  $v(\text{escape}) = \sqrt{\frac{2GM}{d}}$ , onde o raio do planeta é  $d$ .

Recursos: pincel; lousa; apagador;

**ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO**  
**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO**

Título da Pesquisa: **O uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) no ensino de física:** Explorando o sistema solar com ênfase nas Leis de Kepler e a Gravitação Universal de Newton.

**Pesquisador responsável:** Lucas dos Santos Costa

**Contato:** (96) 99179-1941 **Email:** costalucas7070@gmail.com

A referida pesquisa tem por objetivo geral investigar como o uso de Realidade Aumentada (RA) e Simulações Computacionais (SC) pode auxiliar na compreensão de conceitos relacionados às Leis de Kepler e Gravitação Universal através do aplicativo Solar System Scope@. Para o alcance desse objetivo, o pesquisador coordenará a seguinte etapa: realização de dois questionários e intervenção, o primeiro questionário será para fazer uma sondagem acerca dos conhecimentos em relação ao assunto que irá ser abordado, já o segundo será após o término da intervenção para avaliar o quanto o público alvo acerca desta pesquisa assimilou.

Os instrumentos de coleta de dados foram escolhidos para proporcionar um grau mínimo de risco aos pesquisados. E a forma de minimizar esse risco será o uso unicamente destas informações para fins científicos e divulgados seguindo as diretrizes éticas da pesquisa, assegurando, assim, sua **privacidade**. Quanto aos benefícios, a pesquisa está associada a possibilidades de promover reflexões em torno da temática.

Você terá o direito e a liberdade de negar-se a participar desta pesquisa total ou parcialmente ou dela retirar-se a qualquer momento, sem que isto lhe traga qualquer prejuízo com relação ao seu atendimento nesta instituição, de acordo com a Resolução 510/2016. Você será informado de todos os resultados obtidos, independentemente do fato de estes poderem mudar seu consentimento em participar da pesquisa.

Para qualquer esclarecimento no decorrer da sua participação, estarei disponível através do telefone: (96) **99179-1941** e do E-mail: **costalucas7070@gmail.com**. Desde já agradeço.

Local e data: Macapá - AP, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_.

---

Assinatura do Sujeito Participante / Responsável

---

Assinatura do Pesquisador