



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

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ-  
CAMPUS SOBRAL – IFCE**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ-UVA**

**SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA – SBF**

**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA-MNPEF  
POLO 56**

**RANIERE ANDRADE BRITO**

**APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA FEDATHI NO ENSINO DA ASTRONOMIA:  
GAMIFICAÇÃO E REALIDADE AUMENTADA COMO FERRAMENTAS DE  
MEDIÇÃO PEDAGÓGICA**

Sobral-CE

2024

**RANIERE ANDRADE BRITO**

**APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA FEDATHI NO ENSINO DA ASTRONOMIA:  
GAMIFICAÇÃO E REALIDADE AUMENTADA COMO FERRAMENTAS DE  
MEDIÇÃO PEDAGÓGICA**

Dissertação apresentada ao Polo 56 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física das instituições responsáveis IFCE Sobral/UVA como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Leandro de Oliveira Rodrigues



**Ranieri Andrade Brito**

**APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA FEDATHI NO ENSINO DA ASTRONOMIA:  
GAMIFICAÇÃO E REALIDADE AUMENTADA COMO FERRAMENTAS DE  
MEDIÇÃO PEDAGÓGICA**

Dissertação apresentada ao Polo 56 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física das instituições responsáveis IFCE Sobral/UVA como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Ensino de Física.

Aprovada em 06 de maio de 2024.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Dr Francisco Leandro de Oliveira Rodrigues - Orientador  
Universidade Estadual Vale do Acaraú-UVA

---

Dr. Hermínio Borges Neto – Examinador(a) 1  
UFC

---

Dr. George Frederick Tavares Da Silva – Examinador(a) 2  
IFCE

---

Dr. Pablo Abreu De Moraes – Examinador(a) 3  
IFCE

*Dedico este trabalho aos meus filhos Caleb e Salomão, estímulos permanente e continuado do meu esforço.*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por me conceder a oportunidade de viver os momentos que marcaram minha formação acadêmica. Ele foi meu guia durante toda essa jornada, me concedendo força e perseverança para superar os desafios e alcançar meus objetivos.

À minha querida esposa, Joara. Sua inesgotável fonte de apoio e conhecimento foi fundamental para que eu pudesse conciliar as responsabilidades da vida familiar com as demandas da produção deste trabalho.

Agradeço também aos meus pais, José Alberto e Maria Lúcia, pelo comprometimento incansável com a minha formação cidadã. Seus valores e ensinamentos me moldaram como pessoa e proporcionaram uma base sólida sobre a qual pude construir minha carreira.

Ao meu professor e orientador, Dr. Francisco Leandro de Oliveira Rodrigues, expressou minha profunda gratidão pela paciência, disponibilidade e orientação assertiva. Sou grato por sua presença constante e por seu papel fundamental em minha trajetória acadêmica.

Aos professores do curso do MNPEF, polo 56, pelos ensinamentos compartilhados e pela valiosa contribuição para minha formação.

Aos colegas de turma, agradeço pela oportunidade de compartilhar momentos de aflição e aprendizagem durante os dois anos de curso. Sua amizade e companheirismo tornaram essa jornada mais leve e proveitosa.

À minha irmã, Rodinélia, por me proporcionar o encontro com a minha profissão quando me apresentei em 2003 com meu primeiro livro de Física.

Aos meus irmãos, Edson, Girlayne, Silvino, Eutália, Déles e Cleriane, agradeço pela convivência e pelo vínculo permanente que nos une, proporcionando apoio, conforto e alegria.

Aos meus sogros, Babá e Abigail, agradeço pelo apoio e auxílio na educação dos meus filhos, contribuindo para me dedicar na minha pesquisa.

Ao IFCE, UVA, MNPEF e à Sociedade Brasileira de Física (SBF), agradeço pela oportunidade de participar de um programa de excelência que me proporcionou uma formação de alto nível.

À CAPES, pela manutenção do programa, que viabiliza a formação de profissionais específicos para a área de Física.

Em suma, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, desenvolveram para a minha formação acadêmica e para a realização deste trabalho.

*“Em algum lugar, algo incrível está esperando para ser descoberto.”*  
*Carl Sagan*

## RESUMO

Este trabalho apresenta uma proposta de Sequência Didática para o ensino da astronomia do sistema solar, fundamentada nos níveis, etapas e princípios da Sequência Fedathi. O estudo surge a partir de uma revisão de várias pesquisas relacionadas à metodologia de ensino Sequência Fedathi, visando analisar suas contribuições para o ensino da astronomia do sistema solar e como essa metodologia de ensino pode contribuir para o desenvolvimento de aulas mais envolventes, dinâmicas e prazerosas com priorização do aprendizado. Ao propor a Sequência Fedathi como metodologia para esta Sequência Didática, incorporaram-se elementos de gamificação e o uso de Realidade Aumentada, compreendendo esses métodos como ferramentas enriquecedoras para a pesquisa. As aulas que desenvolveram para a aplicação e desenvolvimento da pesquisa foram conduzidas em uma Escola Estadual de Educação Profissional do estado do Ceará, localizada no município de Coreaú. Utilizando uma abordagem qualitativa com caráter de pesquisa-ação, os dados foram coletados por meio da observação do comportamento dos alunos no campo de pesquisa, bem como através dos resultados de questionários de múltipla escolha aplicados em uma plataforma gamificada no início e ao final das aulas. Após o acompanhamento de cada encontro estruturado especificamente pela Sequência Fedathi, alertou-se que o principal objetivo da pesquisa foi o aprendizado, pois as aulas proporcionaram aos alunos um ambiente envolvente e ativo, desenvolvendo várias competências, principalmente aquelas relacionadas ao aprendizado dos conceitos sobre a astronomia do sistema solar, comprovados ao analisar as respostas dos alunos ao pós-teste, mas também pelas observações tão ativas e responsáveis em todos os encontros de aula. Neste sentido, confirma-se que a Sequência Didática desenvolvida foi eficiente ao que se propôs, uma vez que ela atendeu às expectativas de engajamento e aprendizagem. Este estudo possibilitou a identificação e o desenvolvimento de estratégias para a melhoria da prática pedagógica contemporânea. Além disso, revelou possíveis áreas para pesquisas futuras relacionadas à Sequência Fedathi, e disponibilizou um material estruturado no qual acredita ser de excelente contribuição ao trabalho de outros professores da educação básica.

**Palavras-chave:** Sequência Fedathi; Ensino da astronomia; Sistema Solar; Engajamento.

## **ABSTRACT**

This paper presents a proposal for a Teaching Sequence for the teaching of solar system astronomy, based on the levels, stages and principles of the Fedathi Sequence. The study arises from a review of various research studies related to the Fedathi Sequence teaching methodology, with the aim of analyzing its contributions to the teaching of solar system astronomy and how this teaching methodology can contribute to the development of more engaging, dynamic and enjoyable classes with learning as a priority. In proposing the Fedathi Sequence as the methodology for this Didactic Sequence, elements of gamification and the use of Augmented Reality were incorporated, understanding these methods as enriching tools for the research. The classes developed for the application and development of the research were conducted in a State Vocational Education School in the state of Ceará, located in the municipality of Coreaú. Using a qualitative approach with the character of action research, the data was collected by observing the behavior of the students in the research field, as well as through the results of multiple-choice questionnaires applied on a gamified platform at the beginning and end of the classes. After following up each meeting structured specifically by the Fedathi Sequence, it was clear that the main objective of the research was learning, as the classes provided the students with an engaging and active environment, developing various skills, especially those related to learning concepts about the astronomy of the solar system, proven by analyzing the students' answers to the post-test, but also by the observations that were so active and responsible in all the class meetings. In this sense, it is confirmed that the Didactic Sequence developed was efficient in what it set out to do, since it met the expectations of engagement and learning. This study made it possible to identify and develop strategies for improving contemporary teaching practice. In addition, it has revealed possible areas for future research related to the Fedathi Sequence, and has made available structured material which it believes will make an excellent contribution to the work of other basic education teachers.

**KEYWORDS:** Fedathi Sequence; Astronomy Teaching; Solar System; Engagement.

## LISTA DE FIGURA

<b>Figura 2.1</b> - Teóricos que dialogam com a Sequência Fedathi segundo Mendonça (2019)...	22
<b>Figura 2.2</b> – Polígono de Fedathi.....	23
<b>Figura 2.3</b> - Diagrama de apresentação dos elementos de um game na concepção de Studart...	26
<b>Figura 2.4</b> - Gráfico do crescimento exponencial das publicações que trazem o termo gamificação no título, publicados no Brasil.....	28
<b>Figura 2.5</b> - Tipos de realidade aumentada baseada na visão.....	30
<b>Figura 2.6</b> - Interface do aplicativo Galactic Explorer sendo utilizado com os alunos.....	31
<b>Figura 3.1</b> - Processo de formação do sistema solar em quatro etapas de acordo com o modelo da Nebulosa Solar.....	34
<b>Figura 3.2</b> - Representação do sistema solar com os planetas numa mesma escala de tamanho.....	35
<b>Figura 3.3</b> - Representação do planeta Mercúrio a partir da interface do aplicativo de RA Galactic Explorer.....	37
<b>Figura 3.4</b> - Superfície de Vênus vista pela espaçonave Magalhães da NASA.....	38
<b>Figura 3.5</b> - Imagem da Terra e da Lua vistas pela sonda Galileo.....	39
<b>Figura 3.6</b> - Imagem de Marte por aplicações de tecnologia de visualização da NASA.....	40
<b>Figura 3.7</b> - Imagem dos planetas gasosos: fora de escala.....	41
<b>Figura 3.8</b> - Imagem de Júpiter e sua atmosfera turbulenta.....	42
<b>Figura 3.9</b> - Imagem do planeta Saturno obtida pela Voyager 2 (NASA).....	43
<b>Figura 3.10</b> - Imagem de Urano obtida pela sonda Voyager 2.....	44
<b>Figura 3.11</b> - Imagem de Netuno fornecida pelo telescópio espacial Hubble (NASA/ESA/GSFC).....	45
<b>Figura 3.12</b> - Imagem representativa do cinturão de asteroides situado entre Marte e Júpiter.....	47
<b>Figura 3.13</b> - Fotos obtidas pela sonda espacial Galileo: (a) asteroide Gaspra/ (b) O asteroide Ida.....	48
<b>Figura 3.14</b> - Objetos conhecidos do sistema solar e o Cinturão de Kuiper.....	49
<b>Figura 3.15</b> - Imagem do Cometa 1P/Halley capturado em 8 de março de 1986 por W. Liller..	50
<b>Figura 5.1</b> - Alunos reunidos em equipe: etapa da Solução SF.....	58
<b>Figura 5.2</b> - Equipes Star Five e Via Láctea confeccionando o Merge Cube.....	63
<b>Figura 5.3</b> - Interface do aplicativo Galactic Explorer.....	64
<b>Figura 5.4</b> - Interface do Instagram da equipe Celeste.....	66

<b>Figura 5.5</b> - Momento de partilha com a classe das soluções (Solução) da equipe Magnetar...	67
<b>Figura 5.6</b> - Modelo de resposta para o problema. Equipe Os Marcianos.....	68
<b>Figura 5.7</b> - Etapa da tomada de posição pelo professor.....	70
<b>Figura 5.8</b> - Recortes de momentos da classe no processo de maturação.....	71
<b>Figura 5.9</b> - Solução dada por um aluno da equipe Magnetar.....	73
<b>Figura 5.10</b> - Solução dada por um aluno da equipe Star Five.....	73
<b>Figura 5.11</b> - Estudantes no processo de maturação durante o quinto encontro.....	76
<b>Figura 6.12</b> - Montagem do experimento com objeto de menor massa.....	77
<b>Figura 5.13</b> - Montagem do experimento com objeto de maior massa.....	78
<b>Figura 5.14</b> - Etapa da prova em que o ALUNO 4 pede para o professor verificar se sua solução é considerável em relação ao que foi apresentado.....	79
<b>Figura 5.15</b> - Tomada de posição: verbalização do problema.....	81
<b>Figura 5.16</b> - Etapa da maturação: estudantes elaborando a solução do problema.....	82
<b>Figura 5.17</b> - Solução do Aluno 1 da equipe Os Marcianos.....	83
<b>Figura 5.18</b> - Solução da Aluna 2 da equipe Belatrix.....	83
<b>Figura 5.19</b> - Solução da Aluna 3 da equipe Magnetar.....	84
<b>Figura 5.20</b> - Momento da revisão instantes antes da aplicação do pós-teste.....	85
<b>Figura 5.21</b> - Momento da aplicação do pós-teste através da plataforma gamificada (Kahoot).....	86
<b>Figura 6.1</b> - Gráfico do resultado da pergunta 1: pesquisa de opinião.....	88
<b>Figura 6.2</b> - Gráfico do resultado das respostas à pergunta 2: pesquisa de opinião.....	89
<b>Figura 6.3</b> - Gráfico das respostas à pergunta 03: pesquisa de opinião.....	90
<b>Figura 6.4</b> - Gráfico com respostas à pergunta 04: pesquisa de opinião.....	90
<b>Figura 6.5</b> - Gráfico de respostas à pergunta 05: pesquisa de opinião.....	91
<b>Figura 6.6</b> - Gráficos do resultado da pergunta 1: pré-teste/ pós-teste.....	93
<b>Figura 6.7</b> - Gráficos da segunda pergunta: pré-teste/ pós-teste.....	94
<b>Figura 6.8</b> - Gráficos das respostas da terceira pergunta: pré-teste/ pós-teste.....	95
<b>Figura 6.9</b> - Gráficos de respostas à quarta pergunta: pré-teste/ pós-teste.....	96
<b>Figura 6.10</b> - Gráficos das respostas à quinta pergunta: pré-teste/ pós-teste.....	97
<b>Figura 6.11</b> - gráfico das respostas à sexta pergunta: pré-teste/ pós-teste.....	98
<b>Figura 6.12</b> - Gráficos das respostas à sétima pergunta: pré-teste/ pós-teste.....	99
<b>Figura 6.13</b> - Gráficos das respostas à oitava pergunta: pré-teste/ pós-teste.....	100
<b>Figura 6.14</b> - Gráficos de respostas à nona pergunta: pré-teste/ pós-teste.....	101
<b>Figura 6.15</b> - Gráfico das respostas à décima pergunta: pré-teste/ pós-teste.....	102

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 2.1</b> - Princípio e definições usados na Sequência Fedathi.....	19
<b>Quadro 2.2</b> - Estrutura de desenvolvimento da Sequência Fedathi, com seus níveis e etapas...	21
<b>Quadro 3.1</b> - Informações estatísticas dos planetas rochosos.....	40
<b>Quadro 3.2</b> - Dados relevantes de Júpiter.....	43
<b>Quadro 5.1</b> - Sequências das aulas referentes à sequência didática.....	57
<b>Quadro 6.1</b> - Registro do professor em seu diário de bordo para cada encontro.....	103

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**IFCE** – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará

**UVA** – Universidade Estadual Vale do Acaraú

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

**SBF** – Sociedade Brasileira de Física

**TDIC** – Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação

**RA** – Realidade Aumentada

**BNCC** – Base Nacional Comum Curricular

**EB** – Educação Básica

**UA** – Unidade Astronômica

**NASA** – Administração Nacional do Espaço e da Aeronáutica

**TIC** – Tecnologias da Informação e Comunicação

**EEEP** – Escola Estadual de Educação Profissional

**SF** – Sequência Fedathi

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2. FUNDAMANTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1 A sequência de ensino Fedathi.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1.1 O professor fedathiano e o Polígono de Fedathi.....</b>	<b>23</b>
<b>2.2 A Gamificação e o ensino de Física.....</b>	<b>25</b>
<b>2.3 A Realidade Aumentada e o Ensino de Física.....</b>	<b>28</b>
<b>3. O SISTEMA SOLAR.....</b>	<b>33</b>
<b>3.1 O Sistema Solar, o Sol e Seu Surgimento.....</b>	<b>33</b>
<b>3.2 Os planetas Internos ou Rochosos.....</b>	<b>36</b>
<b>3.2.1 O Planeta Mercúrio.....</b>	<b>36</b>
<b>3.2.2 Planeta Vênus.....</b>	<b>37</b>
<b>3.2.3 O Planeta Terra.....</b>	<b>38</b>
<b>3.2.4 O planeta Marte.....</b>	<b>40</b>
<b>3.3 Os Planetas Gasosos.....</b>	<b>41</b>
<b>3.3.1 O Planeta Júpiter.....</b>	<b>42</b>
<b>3.3.2 O planeta Saturno.....</b>	<b>43</b>
<b>3.3.3 O Planeta Urano.....</b>	<b>44</b>
<b>3.3.4 O Planeta Netuno.....</b>	<b>45</b>
<b>3.4 Os Pequenos Corpos do Sistema Solar.....</b>	<b>46</b>
<b>3.4.1 Cinturão de Asteroides.....</b>	<b>46</b>
<b>3.4.2 O Cinturão de Kuiper e os limites do Sistema Solar.....</b>	<b>48</b>
<b>3.4.3 Cometas.....</b>	<b>49</b>
<b>4. METODOLOGIA.....</b>	<b>51</b>
<b>4.1 A pesquisa qualitativa com aspectos da pesquisa-ação.....</b>	<b>51</b>
<b>4.2 Caracterização do campo de pesquisa e do público pesquisado.....</b>	<b>53</b>
<b>4.3 Método usado para coletar e analisar os dados.....</b>	<b>54</b>
<b>4.4 O Produto Educacional.....</b>	<b>55</b>
<b>5. APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....</b>	<b>56</b>

<b>5.1 Desenvolvimento e aplicação do produto educacional.....</b>	<b>56</b>
<b>5.1.1 Primeiro encontro.....</b>	<b>58</b>
<b>5.1.2 Segundo encontro.....</b>	<b>60</b>
<b>5.1.3 Terceiro encontro.....</b>	<b>65</b>
<b>5.1.5 Quarto encontro.....</b>	<b>69</b>
<b>5.1.6 Quinto encontro.....</b>	<b>74</b>
<b>5.1.7 Sexto encontro.....</b>	<b>80</b>
<b>5.1.8 Sétimo encontro.....</b>	<b>85</b>
<b>6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS ELEMENTOS DE AVALIAÇÃO.....</b>	<b>87</b>
<b>6.1 Análise da pesquisa de opinião.....</b>	<b>87</b>
<b>6.2 Análise dos resultados do pós-teste em relação ao pré-teste.....</b>	<b>92</b>
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>106</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>109</b>
<b>APÊNDICE – SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....</b>	<b>116</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Devido às novas demandas sociais, à tecnologia e à diversidade apresentadas na sala de aula nos últimos anos, o ensino se tornou cada vez mais complicado. Em contraste com o discurso escolar sedimentado por décadas, os professores devem buscar novas abordagens de ensino que valorizem a participação dos alunos e promovam a formação crítica e a autonomia dos alunos em um ambiente de aprendizagem favorável (GONÇALVES; BENITE, 2023). Nesse contexto, a metodologia de ensino Sequência Fedathi se apresenta com essa abordagem de ensino que se volta para uma estratégia de promoção à autonomia do discente. Para Souza (2013) a Sequência Fedathi induz o professor a conduzir sua prática pedagógica de forma eficaz, ao mesmo tempo, incentiva a participação do aluno em todo o processo de ensino, contribuindo para uma aprendizagem autônoma do educando.

A sequência Fedathi é uma metodologia de ensino organizada em etapas a serem: Tomada de Posição, Maturação, Solução e Prova (SOUZA, 2013), sendo o aluno agente da pesquisa em sala de aula em todo tempo de sua aplicação.

*A Sequência Fedathi é descrita como um conjunto de princípios e etapas que orientam o professor a conduzir uma sequência didática de modo similar ao processo investigativo encontrado no método científico. Alunos são instigados a adotar a posição de pesquisadores, que partem de um problema, levantam dados, testam hipóteses para chegar a uma solução fundamentada nos fatos/evidências suscitados (PINHEIRO; PINHEIRO, 2019, p.31).*

Esses princípios que Pinheiro e Pinheiro (2019) destacam na Sequência Fedathi é definida por Borges Neto (2018) como ferramenta de orientação do trabalho docente e a vivência desses princípios dentro da Sequência Fedathi colabora com o trabalho do professor na criação de um ambiente educacional mais favorável ao ensino. Neste sentido, para desenvolver uma sequência de ensino que não fuja do “mundo” no qual os jovens estão inseridos atualmente, acoplam-se as TDIC (Tecnologias Digitais Informação e comunicação) no que o contexto da aplicação da Sequência Fedathi (SF).

Presentemente as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) estão cada vez mais sendo utilizadas no contexto educacional (PANK; GÓES, 2019). Devido à sua diversificação e capacidade de dinamizar a informação em qualquer momento e espaço, tendo acesso a vários conteúdos (SILVA; LIMA, 2019), Gonçalves e Benite (2023) acreditam ser as TDIC relevantes no desenvolvimento de atividades escolares que enfoquem metodologias ativas.

O emprego de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) pode se mostrar uma ferramenta valiosa para enriquecer as habilidades dos alunos e promover descobertas sobre o conteúdo estudado. Esses recursos podem servir como um 'fio condutor', facilitando não apenas o ensino, mas também a aprendizagem, ao contribuir para o desenvolvimento tanto motor quanto cognitivo dos alunos. Esse enfoque está em consonância com a abordagem da Sequência Fedathi, que valoriza a apresentação de situações desafiadoras aos alunos e reconhece a importância de utilizar uma variedade de abordagens para promover um aprendizado eficaz e significativo (SILVA, 2018). Neste contexto, surge a ideia de vincular o uso de um aplicativo de Realidade Aumentada (RA) à referida sequência didática, SF. Outro ponto a se colocar é que além da RA elementos da gamificação foram enquadrados na aplicação da Sequência Fedathi, principalmente em situações avaliativas, uma vez que a própria SF segundo Silva (2018), defende a diversificação de estratégias de abordagens para propor situações desafiadoras aos alunos.

A Realidade Aumentada foi inserida nessa pesquisa com o propósito de potencializar a metodologia de ensino utilizada, já que para Panke e Góes (2019) a Realidade Aumentada (RA) está sendo cada vez mais empregada como uma ferramenta visual para ajudar na compreensão de conceitos, e seu uso está se tornando comum nos ambientes educacionais visto que seu uso nas escolas tem se mostrado altamente eficaz em proporcionar novas maneiras de aprendizado e uma compreensão mais profunda por parte dos alunos.

Com o intuito de tornar a experiência da Sequência Fedathi ainda mais envolvente e aproveitar as características da Realidade Aumentada (RA), foram incorporados à metodologia alguns elementos da gamificação, tais como competição, desafios e recompensas. Isso foi especialmente aplicado durante o pré-teste e o pós-teste, utilizando a plataforma Kahoot, a qual se mostra:

Os resultados mostraram que o Kahoot apresentou um alto potencial de atrair e de envolver os alunos. Dessa forma, foi possível concluir que o Kahoot proporcionou resultados bastante positivos para o processo de ensino/aprendizagem. Todavia, a eficácia desta ferramenta como instrumento de avaliação gamificada depende diretamente de seu uso adequado aliado ao conhecimento substancial do professor sobre gamificação (CAVALCANTE; SALES; SILVA, 2018, p. 11).

No que afirmam os autores, o Kahoot demonstrou um alto potencial para atrair e envolver os alunos, contribuindo de forma positiva para o processo educacional. No entanto, ressalta-se que a eficácia do Kahoot como uma ferramenta de avaliação gamificada depende não apenas do próprio software, mas também do uso adequado por parte dos professores. Isso

implica que os professores precisam ter um conhecimento substancial sobre gamificação e como integrar efetivamente o Kahoot em suas práticas de ensino.

No sentido de tornar essas ferramentas RA e gamificação significativas na vida escolar dos estudantes da educação básica idealizou-se a possibilidade usá-las para o ensino de um conteúdo de física com objetivo de tornar o aprendizado de conceitos relacionados a essa disciplina mais fácil no sentido de aprendizagem. O projeto inicialmente idealizado passa a se concretizar ao passo que planejou uma metodologia de ensino pautada nos fundamentos da Sequência Fedathi com auxílio da Realidade Aumentada (RA) e da gamificação para ensinar a astronomia do sistema solar para alunos da primeira série da EEEP Gerardo Cristino de Menezes, localizada no município de Coreaú-CE.

Atualmente, a área da astronomia se destaca entre as ciências mais populares na mídia, geralmente por aumentar o conhecimento sobre o universo ou por meio da apresentação de avanços científicos comprovados. Muitas das descobertas e progressos científicos são frequentemente comunicados por meio de experimentos realizados em ambientes não terrestres, como estações espaciais, o que pode significar aumentar o prestígio científico da astronomia (PANKE; GÓES, 2019). Para Da Costa (2017) os alunos do ensino básico apresentam dificuldades em gravar cognitivamente o nome dos planetas e suas posições dentro do sistema solar, o autor também cita que temas de astronomia como buracos negros, cosmologia e exploração do sistema solar desperta a curiosidade da comunidade em geral.

Outro aspecto que impulsionou a elaboração deste trabalho é que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) estabelece o ensino da astronomia do sistema solar nos anos finais do ensino fundamental, mais precisamente no 9º ano. No entanto, observa-se que são poucos os professores que abordam esse conteúdo nesta etapa de ensino. Além disso, a BNCC também prevê a abordagem da astronomia no ensino médio (BRASIL, 2017), porém são raramente discutidos tópicos desse tipo nessa etapa. Às vezes, a lei da gravitação universal é abordada com ênfase apenas na apresentação da equação geral, oferecendo uma visão predominantemente matemática do tema.

Com base nesse contexto, foi desenvolvida numa sequência de sete encontros, utilizando uma metodologia de ensino fundamentada nas etapas e princípios da Sequência Fedathi, acoplando à mesma Realidade Aumentada e gamificação uma sequência didática com propósito de ensinar de forma moderna e eficaz os fundamentos da astronomia do sistema solar.

Esta pesquisa investiga os efeitos da aplicação da Sequência Fedathi, aliada à Realidade Aumentada e à gamificação, no ensino da astronomia do sistema solar para alunos do primeiro ano em uma escola de educação profissional. O estudo visa analisar como essa

abordagem pedagógica impacta a aprendizagem dos alunos e sua compreensão dos conceitos astronômicos, buscando contribuir para o aprimoramento do ensino de Física nesse contexto específico.

No contexto da desmotivação dos estudantes da educação básica em interagir nas aulas de física e como consequência um baixo nível de aprendizagem, essa pesquisa foi motivada a responder os seguintes problemas:

- Em que medida a utilização de tecnologias como Realidade Aumentada e gamificação contribui para tornar o ensino de Física, especificamente astronomia mais atrativo e envolvente para os alunos?
- Como a aplicação da Sequência Fedathi, em conjunto com a Realidade Aumentada e a gamificação, influencia a compreensão dos conceitos astronômicos pelos alunos do primeiro ano em uma escola de educação profissional?
- Qual é o impacto dessa abordagem pedagógica no engajamento dos alunos durante o processo de aprendizagem de astronomia do sistema solar?

Esta dissertação está organizada em sete capítulos. Neste primeiro capítulo consiste na introdução, que fornece uma visão geral do estudo. Neste capítulo introdutório, também são apresentados os objetivos da pesquisa e a justificativa para sua realização.

No segundo capítulo, é apresentada a fundamentação teórica da Sequência Fedathi, incluindo suas características e princípios, bem como uma discussão sobre as características da gamificação e sua aplicação na educação, além da realidade aumentada e seu uso no contexto educacional. A revisão da literatura neste capítulo oferece uma base sólida para compreender os fundamentos teóricos que embasam a pesquisa.

No terceiro capítulo, são abordados os conteúdos de astronomia do sistema solar, explorando a evolução do sistema desde seu surgimento, as características dos planetas e outros corpos celestes. Este capítulo apresenta uma análise detalhada dos conceitos astronômicos relevantes para a compreensão do tema em questão.

O quarto capítulo descreve a metodologia utilizada, que consiste em uma pesquisa qualitativa de caráter em pesquisa-ação. Neste capítulo metodológico, são detalhados os procedimentos adotados para coleta e análise dos dados, além de discutir as vantagens e limitações desta abordagem.

A aplicação do produto, juntamente com fatos e dados, é discutida no quinto capítulo. Nele, são apresentados os resultados da implementação da Sequência Fedathi, Realidade Aumentada e gamificação, na prática educacional. Além de descrever os acontecimentos de cada encontro, frisando os pontos mais relevantes para a análise dessa pesquisa.

No sexto capítulo, são analisados os dados coletados durante a aplicação do produto, incluindo um questionário de 5 perguntas sobre a opinião dos alunos acerca de metodologias de ensino participadas por eles, análise do pré-teste e pós-teste, juntamente com comentários e análise do diário de bordo do professor. Este capítulo oferece uma reflexão crítica sobre os resultados obtidos, destacando os pontos fortes e limitações da abordagem adotada.

Acreditando que a SF tem muito a contribuir para a Educação Básica (EB), Santos, Borges Neto e Pinheiro (2019) afirmam que o objetivo principal da SF atingir o chão das salas de aula da EB que lutam contra o fenômeno do fracasso escolar já há alguns anos. Finalmente, no sétimo capítulo, são apresentadas as considerações finais com base nos resultados dos capítulos cinco e seis. Neste capítulo conclusivo, são destacadas as principais contribuições da pesquisa, suas implicações práticas e sugestões para pesquisas futuras.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo oferece um conciso detalhamento dos fundamentos da Sequência Fedathi, da gamificação e da realidade aumentada. Nas três seções a seguir, estes temas serão abordados com ênfase às suas bases teóricas, aplicações educacionais, bem como breves estudos que justifiquem a eficácia dessas estratégias no contexto educacional.

### 2.1 A sequência de ensino fedathi

Sequência Fedathi (SF) é uma metodologia de ensino pensada no início da década de 1970 pelo então professor do curso de bacharelado em matemática da Universidade Federal do Ceará, Hermínio Borges Neto. Já o seu desenvolvimento se deu durante seu pós-doutoramento na Université Paris Diderot na França, entre os anos de 1996 e 1997 (SANTOS; PINHEIRO E BORGES NETO, 2019).

No início da implementação da Sequência Fedathi, seus fundamentos consistiam no educador orientando os estudantes a desenvolver o raciocínio matemático através da exploração, compreensão e investigação de problemas matemáticos, possibilitando-os a construir suas compreensões através das experimentações e constatações realizadas ao longo do processo de desenvolvimento da Sequência, a fim de vivenciar a mesma atmosfera do trabalho desenvolvido pelo matemático (SAUZA, 2013). Porém, segundo Borges Neto (2016, p.15) “Ela foi concebida inicialmente para o ensino da Matemática, mas tem sido, cada vez mais, utilizada em outras disciplinas.”

Libâneo (2006), afirma que o processo de ensino pode-se constituir como um conjunto de tarefas sequenciais desenvolvidas pelo professor e pelos alunos com objetivo principal de promover a assimilação de conteúdos, conceitos e habilidades proporcionando um aperfeiçoamento das capacidades intelectuais dos alunos. Neste sentido, uma sequência de ensino bem elaborada se destaca como uma importante ferramenta no processo de ensino, contribuindo para a eficácia e qualidade da educação, ao oferecer uma abordagem sistematizada e centrada no aluno.

A Sequência Fedathi é uma sequência de ensino que pode parecer contraditória ao passo que modifica a posição do professor em sala de aula, fornecendo liberdade no desenvolvimento das atividades pelos alunos, permitindo ao professor intervir em determinados momentos com exemplos e/ ou contra - exemplos para que os objetivos de atividades didáticas

não se percam (BORGES NETO; SANTANA, 2001). Nessa perspectiva, compreende-se a SF como uma metodologia de ensino que tem por si a finalidade de valorização da construção do conhecimento por parte dos estudantes, tornando estes responsáveis, protagonistas do próprio saber.

Torres (2017), compara a estrutura da SF à Engenharia Didática, já que a primeira também é composta por quatro etapas, as quais são descritas:

- I. Tomada de posição:** esta etapa da metodologia trata da exposição de uma situação-problema a ser resolvida pelos estudantes. É nesse momento que os contratos didáticos serão definidos. É importante ressaltar que esses contratos devem ser firmados não apenas entre o professor e os alunos, mas também entre os próprios alunos, para garantir o comprometimento na realização das atividades propostas. O momento é também oportuno para realizar um diagnóstico da situação, nível de conhecimento essencial para os alunos desenvolverem adequadamente o que se propõe nas aulas.
- II. Maturação:** na segunda etapa, o aluno se dedicará à finalização da atividade e ingressará em um processo de imersão ou amadurecimento. Para esta ocasião, o professor deve adotar uma postura de intervenção indireta, participando como observador e permitindo que os alunos tenham liberdade para desenvolver suas próprias estratégias na resolução do problema apresentado. Neste caso, é fundamental que as atividades propostas possibilitem o trabalho coletivo para estimular a troca de conhecimentos entre os alunos.
- III. Solução:** para esse momento, o professor deverá acompanhar os alunos em seu processo de busca de soluções, inclusive orientando-os acerca das melhores formas ou modelos de apresentar tais soluções.
- IV. Prova:** este momento corresponde ao ponto em que o professor irá sistematizar as diversas soluções encontradas pelos alunos para a resolução do problema proposto.

Até o momento, percebe-se que a estrutura da SF é confirmada pelo pensamento de Souza (2013). O autor afirma que o termo ‘Sequência’ presente no nome da Metodologia Sequência Fedathi é justificado pela maneira como a metodologia de ensino se configura em sala de aula: quatro etapas sequencialmente organizadas e que se relacionam de maneira interdependentes.

A interdependência das etapas da Metodologia de Ensino Sequência Fedathi apoia-se em princípios que devem ser dominados pelo professor (SANTANA; BORGES NETO, 2019).

**Quadro 2.1 – Princípio e definições usados na Sequência Fedathi.**

<b>PRINCÍPIOS</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
<b>Pedagogia mão no bolso</b>	Pressupõe ao professor atenção, segurança e ousadia para – se necessário for – intervir. Tem como objetivo estimular os alunos à pesquisa, à reflexão, ao senso de investigação, à colaboração e à sistematização do conhecimento, ou seja, a Sequência Fedathi intenciona ressignificar os papéis em sala de aula, que, por muitos anos, estiveram assentados nos atos de falar e ditar por parte do mestre, na perspectiva tradicional de ensino.
<b>Mediação</b>	É uma ação docente que busca favorecer a imersão do aluno à prática do pesquisador, que desenvolve o conteúdo que se pretende ensinar. É um processo deliberado, intencional que estimula a busca do significado.
<b>Acordo Didático</b>	O acordo precisa ser didático por ser a definição de atitudes – junto a estratégias e técnicas – que serão utilizadas na sala de aula que, por terem na Sequência Fedathi o caráter multilateral, devem resultar da parceria entre os envolvidos, no caso, professor e aluno.
<b>Pergunta</b>	Refere-se a uma situação em que o professor interpela, interroga, instiga o aluno a pensar sobre o problema proposto como desafio para sua aprendizagem ou situações outras de estudo. Nesse sentido, a pergunta é uma proposição instigatória, finalizada com o ponto de interrogação.
<b>Contraexemplo</b>	É usado com o intuito de mediar a aprendizagem discente, a fim de desequilibrar o estudante, fomentando neste a reflexão sobre sua ação. O professor deve promover circunstâncias que motivem os alunos a refletirem sobre suas ações, mediante perguntas e contraexemplos, proporcionando conclusões baseadas na análise
<b>Plateau</b>	Está relacionado aos caminhos e possibilidades do professor na constituição dos saberes discentes. Parte dos conjuntos de conhecimentos compreendidos pelos alunos e dominados pelos professores, utilizando estratégias, como elaboração de diagnósticos por questionários ou conjunto de questões pelo professor, uma revisão dos principais pontos a serem discutidos no conteúdo ou, até mesmo, uma conversa informal entre os pares.

Fonte: BORGES NETO (2019).

Todos esses princípios que norteiam a SF permitem que o professor vivencie à aplicação e o desenvolvimento da SF durante sua aplicação. Logo na primeira etapa da aplicação da metodologia Sequência Fedathi, a Tomada de Posição é vivência e começa a tomar forma a partir do uso do princípio nomeado como “Acordo Didático” (BORGES NETO, 2019). Este princípio citado no quadro 2.1 é classificado a seguir:

Na vivência, ocorrem as etapas da Sequência Fedathi, e já na primeira, que é a Tomada de Posição, o Acordo Didático deve ser estabelecido como princípio da relação professor-aluno-saber. Derivado da ideia de Contrato Social de Rousseau (1996) e em seguida, do Contrato Didático de Brousseau (2008), este princípio traz a ideia de cumplicidade entre o professor e os alunos e não apenas as definições do papel de

cada elemento da relação ensino-aprendizagem (SANTOS; BORGES NETO e PINHEIRO, 2019, p.15).

A pedagogia “mão no bolso” é o princípio que ancora as etapas da SF. Este princípio incita o professor a realizar intervenção programada no momento em que os alunos são apresentados ao problema, para buscarem solução, apresentem suas respostas e se deparam com uma formalização dos conceitos presentes no problema. Dessa forma, pensar a “a Mão no Bolso” propõe que o professor pense em uma pedagogia que sistematize o ensino e aprendizagem no protagonismo do aluno (SANTANA; BORGES NETO, 2019).

Já a “Pergunta” é um princípio crucial na Sequência Fedathi, por transpassar todas as etapas. É a essência da postura do professor no processo de mediação da aprendizagem, visto que este deve usar da pergunta para provocar os alunos a resolverem o problema e a refletir sobre os modelos de resolução encontrados (SOUSA, 2015).

Santos, Borges Neto e Pinheiro (2019), trazem para a reflexão sobre os princípios da Sequência Fedathi o “Contra Exemplo”. Os autores afirmam que este princípio é inerente à Sequência Fedathi. Originado da pergunta, é usado quando se percebe que o aluno desenvolve um modelo de resolução equivocada. Neste caso, o professor aplica o Contra Exemplo com o intuito de desestruturar o raciocínio errado do aluno e provocá-lo a uma investigação renovada. Os pesquisadores vinculam outro princípio ao Contra Exemplo, o “Erro”. Para eles, ao errar, o estudante desenvolve um raciocínio e, ao ser confrontado, tem a oportunidade de avaliar o que raciocinou, compreendendo onde errou. Assim, a concepção do erro contribui para a aprendizagem.

Vale destacar que a Sequência Fedathi ao longo dos anos vem sendo acrescentada a ela novos significados no que se refere a novos princípios que com as pesquisas surgem com características de enriquecer cada vez mais essa Sequência Didática. Por exemplo: a Situação Adidática e a Gambiarra Situacional são princípios que aparecem na Sequência Fedathi e que não constam citação e descrição no quadro 2.2. Mendonça (2018) descreve o princípio da “*Situação Adidática*” como o momento em que o aluno se torna independente pelo que aprende, ou seja, mesmo que o professor na situação de mediador esteja intencionalmente disposto a ensinar, o aluno constrói seu próprio saber sem a interferência do professor. Para Santana (2019) é importante usar a “*Gambiarra Situacional*” como um método inicial para evitar que as soluções dos alunos sejam consideradas erros imediatamente, mas sim como oportunidades para descobrir novas soluções. Depois disso, essas soluções podem ser aprimoradas e ampliadas, o que permite inovações mais complexas. O reconhecimento, a descrição e a validação dessas “*gambiarrras*” em contextos educacionais são essenciais para a criação de

métodos alternativos de transformação do conhecimento em conjunto com os alunos, visando alcançar a generalização científica.

Para aplicar a SF em suas aulas, o professor começa a trabalhar já na programação, na organização do ambiente e no planejamento do *Plateau*. Tal princípio (*Plateau*) é caracterizado como o aspecto norteador da aula e está relacionado ao conhecimento prévio que os alunos necessitam para iniciar a construção de um novo conhecimento (SANTOS; BORGES NETO e PINHEIRO, 2019).

A organização do ambiente citada por Santos, Borges Neto e Pinheiro (2019) é definida por Sousa (2015) como parte do nível da *preparação*. O autor afirma que a SF é estruturada em três níveis, explicados a seguir:

**Quadro 2.2** - Estrutura de desenvolvimento da Sequência Fedathi, com seus níveis e etapas.

<b>SEQUÊNCIA FEDATHI</b>	
<b>1º nível: Preparação</b> – Organização didática do professor, com análise do ambiente, análise teórica e elaboração do plano de aula.	
<b>2º nível: Vivência</b> – Desenvolvimento/execução do plano/sessão didática na sala de aula	<b>1ª etapa:</b> Tomada de posição – introdução da aula, com o acordo didático e a apresentação do problema.
	<b>2ª etapa:</b> Maturação – resolução do problema pelos alunos, com a mediação do professor.
	<b>3ª etapa:</b> Solução – socialização dos resultados encontrados pelos alunos.
	<b>4ª etapa:</b> Prova – formalização/generalização do modelo matemático a ser ensinado, conduzida pelo professor.
<b>3º nível: Análise</b> – Avaliação da aula pelo professor.	

Fonte: Sousa (2015, p. 41-42).

Percebe-se pela explicação de Sousa (2015), apresentada no quadro 2.1, que os dois primeiros níveis são norteados por princípios que, segundo Pinheiro e Pinheiro (2019), orientam o trabalho do professor, dirigindo suas ações para o desenvolvimento de uma sequência didática

que prioriza a investigação e o método científico e ainda oportuniza ao professor avaliar suas ações na sequência ao fazer a análise da sua aula no 3º nível.

A Sequência Fedathi é uma metodologia de ensino jovem, com potencial para desenvolver-se e estabelecer conexões entre diversas teorias de ensino e metodologias pedagógicas (MENDONÇA, 2019). Nesse contexto, Borges Neto (2019) apresenta resultados de pesquisas que contemplam as conexões de Fedathi e vários teóricos pedagógicos. A figura 2.1 apresenta em nome cada um dos teóricos na qual a metodologia de ensino Sequência Fedathi dialoga até o momento na qual as pesquisas foram realizadas.

**Figura 2.1** – Teóricos que dialogam coma Sequência Fedathi segundo Mendonça (2019).



Fonte: Autor (2024).

Para Mendonça (2019) as relações que a SF mantém com alguns teóricos da educação serve de fundamento para nortear a prática do professor que deseja modificar o comportamento dos alunos em sala de aula ao usar Fedathi como metodologia pedagógica.

A Sequência Didática (SD) Sequência Fedathi atende a várias exigências da educação contemporânea à medida que estabelece situações reais para estudantes ativos no processo educativo uma vez que é desafiado a solucionar um problema na Tomada de Posição o estudante toma consciência de sua responsabilidade no processo. Ao adentrar na etapa da maturação o

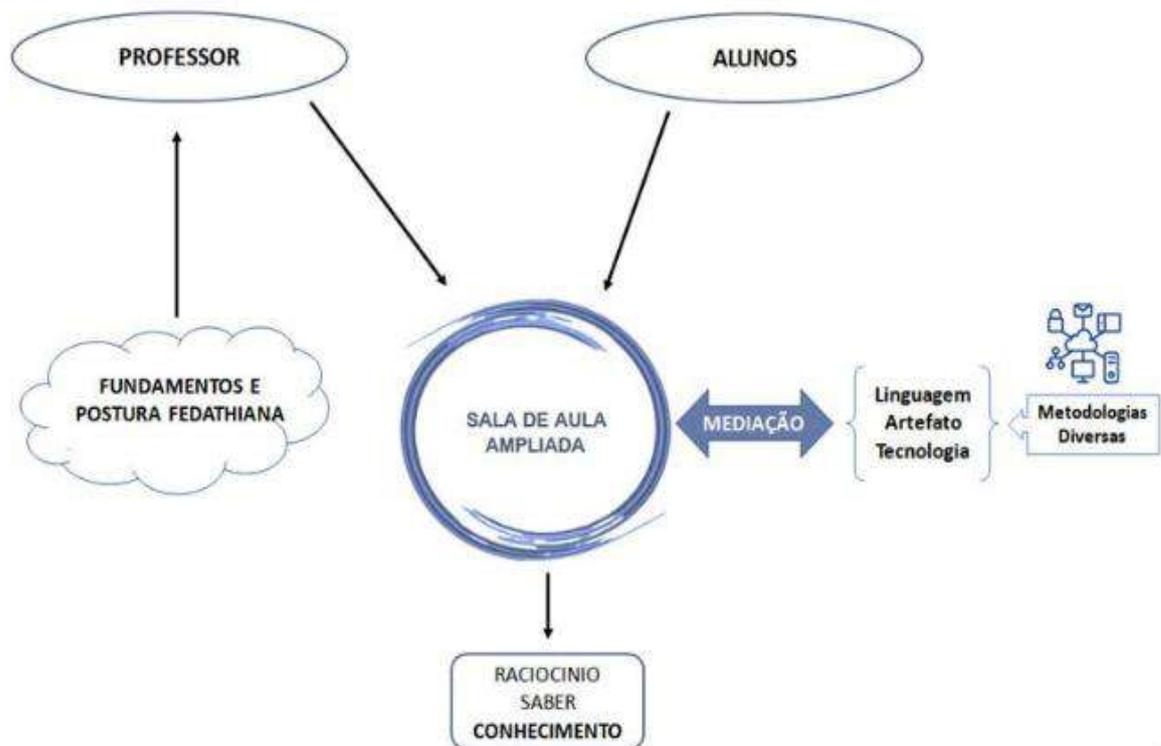
estudante adquire capacidade para desenvolver competências exigidas na BNCC, ele experimenta a curiosidade intelectual e usa métodos científicos próprios, como investigação, reflexão, análise crítica, imaginação e criatividade, para descobrir causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) usando o que sabe sobre várias áreas a partir de suas próprias concepções (BRASIL, 2018).

Nesse contexto a Sequência Fedathi será a ferramenta principal para o desenvolvimento desta SD. Suas etapas serão aplicadas e os princípios utilizados em todos os momentos oportunos durante a aplicação do produto educacional desta pesquisa.

### 2.1.1 O professor fedathiano e o Polígono de Fedathi

De acordo com Oliveira (2022), o Polígono de Fedathi (figura 2.2) foi desenvolvido por um grupo de pesquisadores liderados por Borges Neto (2022), com o objetivo de apresentar de maneira didaticamente criativa os fundamentos, elementos e sujeitos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem a partir do olhar do professor fedathiano.

**Figura 2.2** - Polígono de Fedathi.



Fonte: Borges Neto et al. (2022, apud OLIVEIRA, 2022, p. 107)

Oliveira (2022, p.106), descreve com mais detalhes o significado do Polígono de Fedathi, bem como seus elementos, apresentados na figura 2.2:

Este modelo foi denominado Polígono Fedathi devido à apresentação por meio de vértices que representam cada elemento inserido nos processos educacionais, como a sala de aula ampliada, o professor, o aluno, a mediação, o raciocínio, o saber e o conhecimento. Presume-se neste desenho, a incorporação de um comportamento fedathiano docente que tem sua ação em uma sala de aula ampliada, numa mediação pedagógica por meio de artefatos, linguagens e tecnologias diversas, objetivando o desenvolvimento do raciocínio, saber e conhecimento por parte do aprendente e pessoa em desenvolvimento.

A metodologia de ensino Sequência Fedathi foca no comportamento e ação docente, promovendo a criação de situações que incentivam a aprendizagem e o desenvolvimento do estudante. Essa abordagem não apenas permite a reflexão sobre a prática docente, mas também cria espaços formativos que privilegiam a participação, autonomia e engajamento do aluno (OLIVEIRA, 2022). De acordo com a autora, o investimento na ação do professor tem um impacto direto no desenvolvimento do aprendiz.

Felício (2020) complementa essa visão ao destacar que a Sequência Fedathi orienta a prática docente, resgatando a investigação em sala de aula por meio de fundamentos e princípios específicos. Para a autora, o **Polígono de Fedathi** organiza ações pedagógicas integrando recursos diversos, incluindo tecnologias digitais e metodologias ativas. Essa abordagem pressupõe a imersão do docente na postura fedathiana, mediando a ação educativa e utilizando diferentes artefatos, linguagens e tecnologias para promover o contínuo desenvolvimento do raciocínio e conhecimento dos alunos (FELÍCIO, 2024).

Quanto à metodologia de orientação comportamental do professor, o Polígono de Fedathi apresenta uma variedade de estratégias, modelos e métodos para mediação pedagógica que se concentram no ensino para a aprendizagem. Barbosa (2020), por exemplo, observa que o Polígono de Fedathi é particularmente eficaz na educação mediada pelas Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC). No contexto contemporâneo, onde a Educação a Distância e outras modalidades tecnológicas estão em crescimento, essa metodologia se consolida como uma opção viável e eficaz, pois se fundamenta na postura e mediação docente ao utilizar essas ferramentas.

Neste contexto, enxerga-se o Polígono de Fedathi como uma proposta pedagógica inovadora e relevante, destacando a integração de tecnologias e metodologias como formas de mediação pedagógica. No entanto, sua implementação exige formação contínua do docente, implicando uma mudança comportamental e mental do professor, que ao incorporar os

princípios, elementos e estrutura do Polígono de Fedathi, passa a observar o ambiente da sala de aula de forma holística, com o olhar de um professor fedathiano.

## 2.2 A Gamificação e o ensino de física

As origens do processo de gamificação retrocedem a Thomas Malone<sup>1</sup>. O pesquisador publicou ao longo da década de 1980 dois artigos que tinham como objeto de estudo o uso de elementos de videogames de computador para aumentar a satisfação do uso de aplicativos não games. Sua pesquisa buscava responder a perguntas do tipo: por que os videogames são tão cativantes? Ou como os recursos que tornam os videogames cativantes podem ser usados para tornar o aprendizado com computadores mais interessante? (STURDAT, 2021).

Entretanto, Sturdat (2021) afirma que o conceito de gamificação mudou muito desde que o programador britânico Nick Pelling deliberou o termo “gamificação” no site de consultoria Conundra em 2003. Já Menezes e Bortoli (2018), afirmam existir diversas definições para a gamificação. Para os autores, apesar de haver uma variedade nas ideias principais dessas definições, um aspecto é universalmente reconhecido: todas destacam o processo de construção da gamificação, enfatizando o elemento de experiência sistêmica que caracteriza a participação humana em atividades lúdicas.

Conforme o que define Deterning *et al.* (2011), *apud* Fardo (2013), a gamificação pode ser definida resumidamente como a aplicação de elementos de games num contexto fora do jogo. Muitos estudiosos da área dos jogos buscam definir o termo “game” a partir das características dos vários elementos considerados importantes.

Salen e Zimmermann, no livro *Regra do Jogo: fundamentos do design de jogos*, definem jogo (game) como “um sistema no qual os jogadores se envolvem em um conflito artificial, definido por regras, que implica um resultado quantificável” (SALEN; ZIMMERMANN, 2012, p. 95). Os autores afirmam que tal definição possui características das concepções de vários outros teóricos e apresentam elementos de interpretação do significado de game, ou seja, eles apontam os elementos que consideram fundamentais em um jogo:

---

<sup>1</sup> Nascido em 1952. Malone é um teórico organizacional americano, consultor de gestão e professor de administração na MIT Sloan School of Management. Publicou artigos no campo do design de videogames na década de 1980, Como exemplo: "Rumo a uma teoria da instrução intrinsecamente motivadora". Ele é fundador e diretor do Centro de Inteligência Coletiva do MIT e co-fundador da iniciativa "Inventando as Organizações do Século 21" e de três empresas de software, consultor e membro do conselho de diversas organizações. Disponível em: [https://en.wikipedia.org/wiki/Thomas\\_W.\\_Malone](https://en.wikipedia.org/wiki/Thomas_W._Malone). Acesso em: 29 de fevereiro de 2024.

sistema, jogadores, artificialidade, conflitos, regras e resultado quantificável (SALEN; ZIMMERMANN, 2012). Já Sturdat (2022), evidenciam sete elementos presentes em um game; Ele apresenta tais elementos num modelo de mapa mental, como se pode observar na Figura 2.1.

**Figura 2.3** - Diagrama de apresentação dos elementos de um game na concepção de Sturdat.



Fonte: Sturdat (2022).

Porém, o principal objetivo desta seção é apresentar como a gamificação se estrutura no sentido de aplicabilidade educacional e pedagógica. Fardo propõe:

O que a gamificação propõe, como estratégia aplicável aos processos de ensino e aprendizagem nas escolas ou em qualquer outro ambiente aprendizagem, é utilizar um conjunto de elementos comumente encontrados na maioria dos games e aplicá-los nesses processos, com o intuito de gerar níveis semelhantes de envolvimento e dedicação daqueles que os games normalmente conseguem gerar. A gamificação também se dispõe a transpor os métodos de ensino e aprendizagem presentes nos games para a educação formal (FARDO, 2013, p.65-66).

Neste contexto, a gamificação não se trata apenas de tornar o ensino mais divertido, mas sim de criar experiências de aprendizagem mais imersivas e eficazes, que aproveitam os aspectos motivacionais e emocionais dos jogos para promover uma maior participação e aprendizado dos alunos. Em outras palavras, gamificação é mais do que apenas um termo; é uma técnica que incentiva as pessoas a resolver problemas usando mecanismos de jogos (PAGANINI; DE SOUSA BOLZAN, 2016).

Paganni e Bolzan (2016), relatam uma experiência de gamificação de aula numa turma de ensino médio, de jovens e adultos. Os autores compartilham que nesta aula de cinquenta minutos, com texto impresso, pincel e lousa, inseriram elementos de jogos, gamificando a aula sobre a história da ciência, conseguindo total envolvimento da aula.

Almeida (2015), compartilha uma experiência de aplicação da gamificação numa turma de terceira série do ensino médio do Colégio Pedro II. A constatação tanto do envolvimento dos alunos quanto evidências de aprendizagem é descrita pelo autor em um trecho do artigo:

O que se observou durante os dois tempos de aula no laboratório de informática foi de primeiro momento um entusiasmo por grande parte do alunado por estar indo a um ambiente diferente da sala comum, mexer com computadores, sendo de natural fascínio da geração atual. Entretanto, ainda existiam os que não mostravam muita animação, provavelmente por enxergarem a física como uma disciplina difícil ou por se considerarem pessoas voltadas para a área de “humanas” e não aptas para aprender os conhecimentos de caráter científico-tecnológico. De qualquer modo, majoritariamente isto se cessou quando foram começadas as instruções para o dia e após a divisão das equipes a grande maioria dos estudantes parecia estar pronta para dar tudo de si em nome de seus colegas e da vitória. Eles resolveram situações em simulação, responderam questões discursivas, pensaram sobre exercícios de vestibular, tudo sem pausa alguma, durante mais de uma hora. Notava-se animação no rosto dos alunos e isto por si só já traz uma contribuição para o aprendizado significativo deles, pois se espera que eles estando motivados tenham a tendência de aprender mais e de melhor maneira (ALMEIDA, 2015, p.3).

Neste relato pode-se confirmar que um dos vários benefícios que a gamificação proporciona para o ensino e aprendizagem é o engajamento. Inclusive o autor reforça que a motivação dos alunos por valor próprio já constrói um aprendizado significativo.

Em 2017, Silva e Sales publicaram uma pesquisa que mostrava o panorama de trabalhos que envolviam a gamificação e o ensino de física no Brasil. A Figura 3.4 mostra o quantitativo dos trabalhos levantados pelos autores num intervalo de tempo de aproximadamente dez anos.

**Figura 2.4.** - Gráfico do crescimento exponencial das publicações que trazem o termo gamificação no título, publicados no Brasil.



Fonte: Silva e Sales (2017).

Veja que o quantitativo de publicações que carregam o termo “gamificação” no título sofre um aumento considerável a partir de 2012. No entanto, desses trabalhos, apenas 7 tratam do ensino de física com uso da gamificação. Inclusive, os próprios autores chamam a atenção para que, no Brasil, a gamificação no ensino de física é relativamente nova (SILVA; SALES, 2017).

Silva et al (2019), comenta que a partir dos resultados de uma aplicação da gamificação aplicada ao ensino de óptica geométrica para alunos do IFCE, pode-se constatar o potencial da gamificação na promoção de uma aprendizagem ativa dos alunos no que se refere aos conteúdos de física. Por fim, Zacarias (2021), relata o desenvolvimento de uma atividade experimental gamificada., Ele reforça que as aulas de física não são cativantes muito menos de compreensão fácil, porém, o autor afirma que ao problematizar uma situação, atribuir desafios ou mesmo mencionar que o aspecto é relevante desperta a motivação pelo tema, proporcionando engajamento na execução da atividade evidenciando sinais de aprendizagem.

### 2.3 A Realidade Aumentada e o Ensino de física

As instituições de ensino são vistas como locais para a realização de atividades e informações importantes com a possibilidade de criar uma relação de conhecimento entre os alunos, bem como professores e alunos. No entanto, com a chegada das novas tecnologias, a educação não poderia ficar de fora dessas mudanças. Portanto, tornou-se necessária uma

reorganização completa para integrar as tecnologias digitais ao conhecimento educacional (LIMA; PEREIRA; SALES, 2021).

Lopes et al (2019), afirma que os processos de ensino possuem dificuldades de mediação e que as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) fazem parte de experiências de sucesso no ramo educacional. Os autores afirmam que a Realidade Aumentada (RA) é uma dessas ferramentas que motiva a troca de conhecimento, interação entre os envolvidos e de experiências exitosas no ambiente escolar.

A Realidade Aumentada (RA) se apresenta com potencial para essa integração, contribuindo com o desenvolvimento das habilidades cognitivas dos alunos, essa característica se efetiva por que a RA é uma ferramenta tecnológica que combina objetos virtuais e reais para coexistir em tempo real em um ambiente real (GARCIA, 2023).

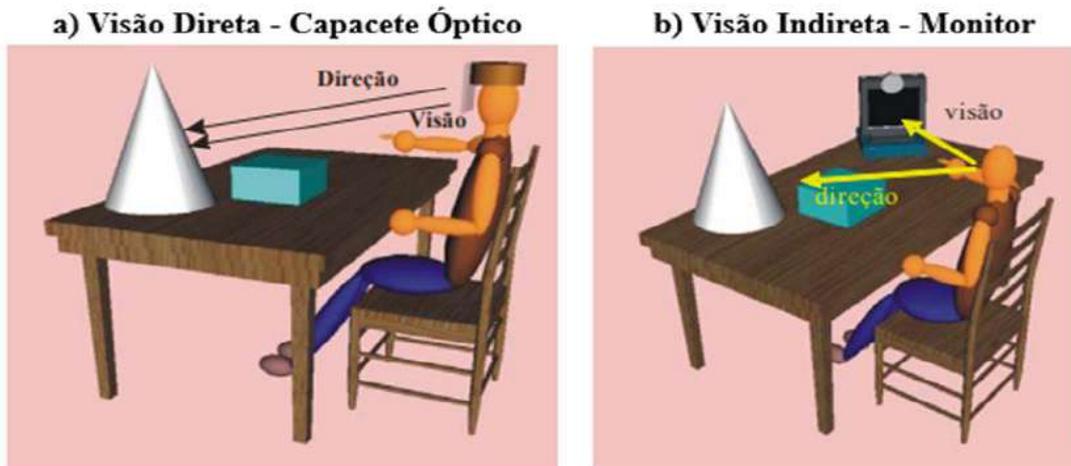
De acordo com Kirner e Kirner (2011), as bases para a Realidade Aumentada (RA) se desenvolveram no trabalho de Ivan Sutherland. Através da publicação de um artigo que tratava da evolução da realidade virtual e seus reflexos no mundo real e pela criação de um capacete de visão ótica direta rastreado para visualizar objetos em três dimensões no mundo real.

Para Tori (2006), a realidade aumentada enriquece o espaço físico com objetos virtuais e que o desenvolvimento desta tecnologia se deve ao avanço das multimídias. O autor propõe uma definição mais completa para realidade aumentada (RA):

[...] a realidade aumentada mantém o usuário no seu ambiente físico e transporta o ambiente virtual para o espaço do usuário, permitindo a interação com o mundo virtual, de maneira mais natural e sem necessidade de treinamento ou adaptação. Novas interfaces multimodais estão sendo desenvolvidas para facilitar a manipulação de objetos virtuais no espaço do usuário, usando as mãos ou dispositivos mais simples de interação. O uso de rastreamento óptico de pessoas ou mãos e as técnicas de realidade aumentada podem colocar elementos reais, como as mãos, para interagir com o ambiente virtual, eliminando os inconvenientes dos aparatos tecnológicos. Além disso, é possível também enriquecer uma cena real, capturada por câmera de vídeo, por exemplo, com elementos virtuais interativos, para permitir muitas aplicações inovadoras [...] (TORI, 2006, p.22).

A realidade aumentada é dividida em duas categorias, dependendo da maneira como o usuário vê o mundo misturado. A realidade aumentada é de visão direta (imersiva) quando o usuário aponta os olhos diretamente para as posições reais com uma cena óptica ou por vídeo. A realidade aumentada é chamada de visão indireta (não imersiva) quando o usuário vê o mundo conectado em um dispositivo, como um monitor ou projetor, que não está compatível com as posições reais (TORI, 2006).

**Figura 2.5 - Tipos de realidade aumentada baseada na visão.**



Fonte: Tori (2006).

No campo educacional, o uso de Realidade Aumentada em dispositivos móveis tem aumentado nos últimos anos. Pesquisadores têm investigado como essas ferramentas podem ajudar a ensinar e aprender. A física é um campo de pesquisa fascinante que permite a criação de simulações de níveis micro e macro, que muitas vezes não apresentam possibilidades de representar no mundo real (HERPICH et al, 2020).

Bacco et al (2019, tradução nossa), reforça que um dos maiores benefícios da Realidade Aumentada nos processos de ensino é o fato da ferramenta aumentar o entusiasmo do aluno pela aprendizagem. Neste sentido, um estudante motivado mostra-se envolvido no processo de aprendizagem, empenhando-se e persistindo em tarefas difíceis, usando estratégias personalizadas e aprendendo novas habilidades

Através da RA pode-se superar a especificidade baseada em suas habilidades ou conhecimentos anteriores, demonstrar entusiasmo na execução das tarefas e orgulho dos resultados de seus desempenhos (GUIMARÃES; BORUCHAVITCH, 2004). Nessa perspectiva, Neto et al ( 2024, p. 471 - 472) afirmam:

A RA tem o potencial de revolucionar o ensino da física, aproximando os alunos da disciplina e tornando a aprendizagem mais dinâmica e significativa. À medida que a tecnologia continua a evoluir, espera-se que mais oportunidades e soluções surjam para tornar a RA uma ferramenta cada vez mais acessível e benéfica para a educação na totalidade. A RA mostra-se uma tecnologia promissora no campo da educação, em especial no ensino da física. Ao proporcionar uma abordagem inovadora e interativa, a RA pode auxiliar na superação de desafios enfrentados no ensino tradicional dessa disciplina. A sobreposição de objetos digitais ao mundo real abre novas possibilidades para a experimentação e compreensão dos conceitos físicos, tornando o aprendizado mais atrativo e eficiente.

Ao que afirma Neto et al (2024), o emprego da Realidade Aumentada (RA) no ensino de física pode combater a desconexão pedagógica que frequentemente ocorre no ensino tradicional em salas de aula. A falta de consistência leva a aulas desmotivadoras e desconexas. A introdução da RA pode tornar as aulas de física mais atrativas e envolventes para os alunos, especialmente considerando que muitos percebem essa disciplina como complexa. Isso pode contribuir para despertar o interesse dos estudantes por ela.

A RA é um recurso tecnológico que permite que as pessoas se envolvam mais com os objetos construídos. Como resultado, professores e alunos podem acessar as atividades da RA usando smartphones com acesso à internet, facilitando a compreensão de conceitos relacionados à disciplina (SILVA; JUCÁ; SILVA, 2023). Como exemplo de plataforma de RA que possibilita essa interatividade está o Galactic Explorer, aplicativo de RA que possibilita interação com o sistema solar, planetas e outros objetos, este aplicativo é um dos produtos presentes no Merge Explorer, sistema de Realidade Aumentada com infinitudes de simulações de Realidade Aumentada das mais diversas áreas da educação. Inclusive, neste trabalho a ferramenta é usada para gerar o envolvimento dos alunos no processo de ensino e aprendizagem e que possibilita que o sujeito da aprendizagem interaja com os elementos a partir da tela de um smartphone, como se pode ver na Figura 2.5.

**Figura 2.6** - Interface do aplicativo Galactic Explorer sendo utilizado com os alunos.



Fonte: Autor (2023).

A tecnologia de RA está crescendo e se tornando mais popular na educação. Acredita-se que esta tecnologia ajuda no ensino e aprendizagem ao fornecer uma metodologia de apresentação bem atrativa dos conteúdos (RIBEIRO, 2018). Essa concepção se confirma

através da pesquisa realizada por Silva e Rufino em 2021. Por meio de um levantamento bibliográfico entre os anos de 2000 a 2019 os autores encontraram 38 trabalhos que envolviam a aplicação da tecnologia de RA no ensino médio. Os autores evidenciam que apesar da pesquisa ter se dado a partir de 2000, apenas em 2009 foram encontradas publicações com o tema, tendo um crescimento significativo ao longo dos anos, com uma baixa em 2016 e seu auge em 2017, com um total de 10 publicações no referido ano.

Por fim, as pesquisas indicam que essa abordagem de ensino usando RA é altamente promissora, no entanto, há espaço para mais investigações para uma compreensão mais abrangente. É recomendado que essa estratégia seja mantida no Ensino Médio, enquanto os aplicativos relacionados devem ser aprimorados para maximizar os benefícios da Realidade Aumentada (SILVA; RUFINO, 2021). Neste contexto, Neto et al (2024), afirmam que a evolução e integração da tecnologia de RA no ambiente educacional podem oferecer novos meios para melhorar a aprendizagem e preparar os alunos para os desafios futuros. Eles afirmam que trabalhos futuros deverão examinar como a realidade aumentada afeta o ensino-aprendizagem nas salas de aula. Eles também devem estudar novas aplicações que os ajudem a incorporar essa tecnologia ao ensino, como jogos, livros, quadros e outras tecnologias que utilizam a realidade aumentada.

### 3. O SISTEMA SOLAR

Nas últimas décadas, houve um progresso significativo na exploração do sistema solar, principalmente na construção e operação de observatórios e missões espaciais que orbitaram ou chegaram às superfícies dos planetas (HORVATH, 2008). Para Wagner Sena (2024), a compreensão do universo e a evolução do conhecimento humano dependem da astronomia. Seu impacto afeta a tecnologia, a cultura, a ciência e até mesmo a filosofia.

A beleza do Universo em si, a capacidade de usar a imaginação e a abstração para lidar com conceitos e teorias que não podem ser vistos ou tocados, uma variedade de explicações e teorias contrastantes para explicar características que ocorreram muito antes do surgimento da humanidade, a possibilidade de vida em outros planetas e outras formas de vida são alguns dos motivos pelos quais os conteúdos de astronomia são considerados importantes para o despertar do interesse dos estudantes (SIENSEM, 2019).

Por estes motivos, este capítulo propõe apresentar um pouco da dinâmica do sistema solar através da compreensão da teoria mais aceita atualmente para seu surgimento, das principais características dos planetas e de outros corpos celestes como asteroides, luas, cometas e planetas anões, em que os principais conceitos discutidos terão como base os livros O ABCD da Astronomia (HORVATH, 2008), Explorando O Ensino Da Astronomia (NOGUEIRA; CANALLE, 2009) e Astronomia e Astrofísica (SARAIVA, 2014). É importante deixar claro que as referências mencionadas são tratadas como as principais fontes de pesquisa para descrever este capítulo, porém outras fontes, como artigos, dissertações e sites, também serviram como fontes de busca.

#### 3.1 O Sistema Solar, o Sol e Seu Surgimento

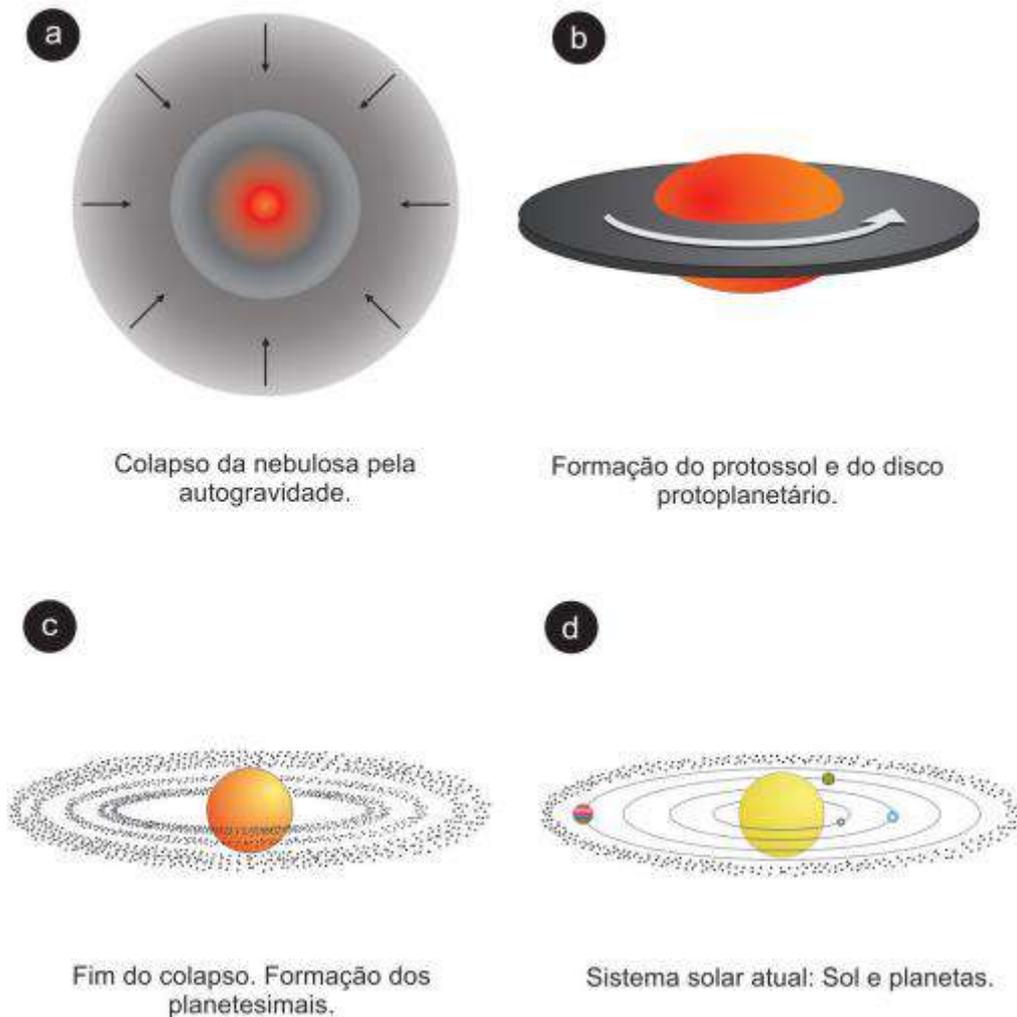
Por muitos séculos, o assunto da origem do sistema solar foi uma área importante do pensamento científico e existem várias ideias atribuídas aos principais pensadores da história. A hipótese nebular, desenvolvida pelo filósofo alemão Emmanuel Kant (1724-1804) em 1755, é um marco histórico deste assunto. Defendia que uma nebulosa primordial havia formado o Sol e os outros planetas (HORVATH, 2008). Nogueira e Canalle (2009, p.132) descrevem numa linguagem de fácil compreensão a *Hipótese da Nebular Moderna*:

A teoria mais aceita atualmente sugere que o Sistema Solar surgiu de uma nuvem primitiva de gás e poeira ao redor de 4,6 bilhões de anos atrás. A gravidade fez com

que esta névoa sofresse uma contração, num processo que durou dezenas de milhões de anos, até que a maioria de sua massa se concentrasse no centro do sistema. Devido à turbulência, o núcleo original começou a girar com velocidade crescente, dando ao restante da névoa a forma de um disco. A temperatura do centro da nuvem foi aumentando à medida que ela se comprimia, até se tornar quente o suficiente para o Sol começar a brilhar. Enquanto isso, a periferia do disco foi se esfriando, permitindo que a matéria se solidificasse. À medida que as partículas colidiam, elas foram se unindo, formando corpos cada vez maiores. Esses corpos são atualmente os oito planetas que giram em torno do Sol.

Segundo os autores, desde seu surgimento, tal teoria vem sofrendo reformulações. A exemplo disso, o físico alemão Carl Friedrich Freiherr von Weizäcker (1912-2007) desenvolveu em 1945 uma hipótese nebular, que aborda principalmente como os planetas se formaram a partir do gás no disco (SARAIVA, 2014). Na figura a seguir demonstra-se como ocorreu a formação do sistema solar em uma sequência de quatro imagens.

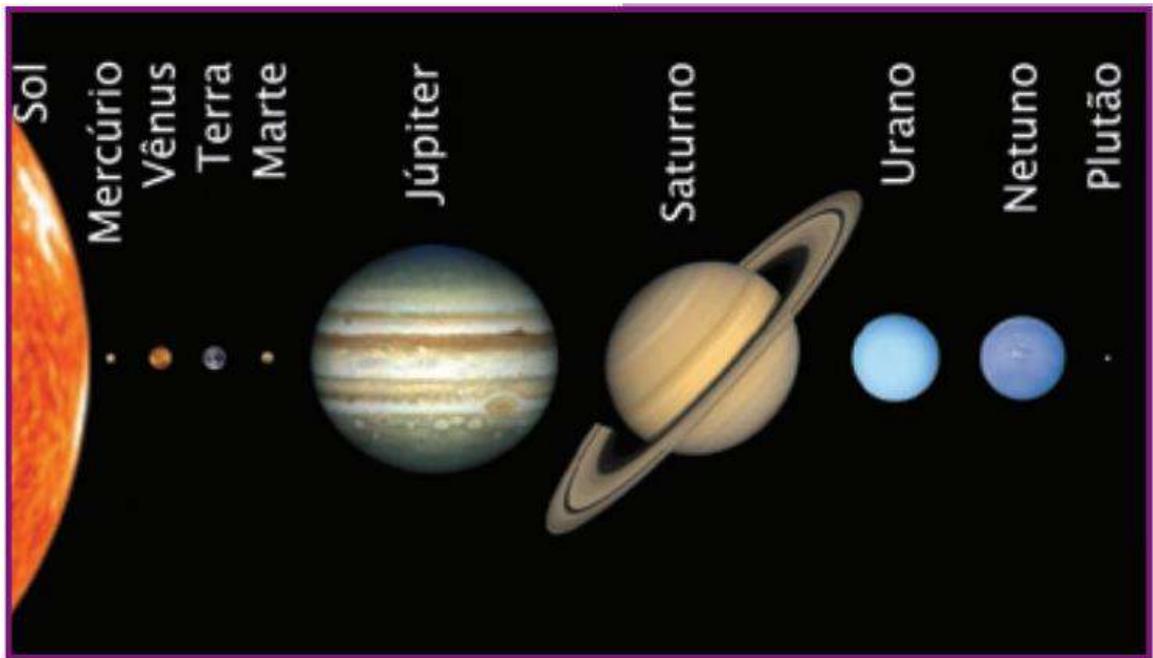
**Figura 3.1** - Processo de formação do sistema solar em quatro etapas de acordo com o modelo da Nebulosa Solar.



Fonte: Saraiva (2014).

A partir do colapso da nebulosa pelo elevado nível gravitacional formou-se um disco protoplanetário, isso devido à velocidade de rotação da nebulosa o que amassou o disco que a partir do mesmo formaram-se os planetas que a forma e tamanho destes implicam a distância ao centro do sistema no caso o Sol (HORVATH, 2008). Na figura a seguir, retrata-se o sistema solar formado. Na figura, o Sol e as distâncias entre os planetas estão fora de escala, porém, o tamanho dos planetas segue uma mesma escala.

**Figura 3.2** - Representação do sistema solar com os planetas numa mesma escala de tamanho.



Fonte: Nogueira e Canalle (2009).

O Sol, oito planetas e seus satélites, como a Terra e a Lua, bem como outros corpos menores, como planetas anões, cometas e asteroides, compõem o Sistema Solar. Dos oito planetas, quatro são rochosos, ou terrestres, Mercúrio, Vênus, Terra e Marte, e os quatro últimos "gigantes gasosos", Júpiter, Saturno, Urano e Netuno, compõem o Sistema Solar, em ordem crescente de distância do Sol. Os dois grupos orbitam um enxame de cascalho rochoso, o conhecido como Cinturão de Asteroides, e um enxame de cascalho gelado conhecido como Cinturão de Kuiper, que fica além dos gigantes gasosos (MOREIRA, 2021).

Horveth (2008) defende que o estudo dos planetas é extenso e abrangente, o que torna desafiador cobrir todos os aspectos que os cientistas estão investigando. Mesmo assim, pode-se compilar alguns dos resultados obtidos até o momento. Nessa perspectiva as seções seguintes objetivam esclarecer algumas informações importantes sobre os planetas na ordem crescente

de distância ao astro-rei, o Sol. Na sequência, será realizada uma breve abordagem sobre corpos menores do nosso sistema planetário.

### 3.2 Os planetas Internos ou Rochosos

Os quatro planetas mais próximos do Sol são Mercúrio, Vênus, Terra e Marte, especificados por suas composições como planetas rochosos (SARAIVA, 2014). Horveth (2008, p.54) descreve como ocorreu o processo de formação dos planetas.

[...] em alguns poucos milhões de anos o material do disco tinha esfriado para formar *grãos* (da mesma composição de algumas rochas, ou seja, silício, alumínio, magnésio etc.) [...]. Estas partículas se agregaram formando objetos pequenos no começo, mas que cresceram devagar até atingir tamanhos de alguns quilômetros, formando pequenos corpos chamados de planetesimais. [...] Depois de certo tempo estimado 100 milhões de anos, embriões dos planetas atuais (chamados neste estágio de *protoplanetas*) estavam formados e foram acretando material até completar a sua formação. Nesse estágio, o calor liberado pelo processo de agregação gravitacional, “derreteu” literalmente a matéria desde que o protoplaneta tivesse mais de uns 500 km. Isto é o que aconteceu com a Terra e os outros planetas interiores e modificou a sua estrutura, já que os elementos mais pesados (ferro por exemplo) *afundaram*, enquanto os mais leves (silício, alumínio) ocuparam as *superfícies* planetárias [...].

O autor destaca que o Sol foi importante na separação do material contido no disco. Ele defende existir muito mais gelo dos grãos de poeira e que, com o aumento da temperatura, destruiu o gelo dos objetos mais próximos do Sol, deixando assim, os quatro planetas internos compostos de material rochoso.

Nas subseções a seguir, em ordem de proximidade ao Sol, serão apresentados um pouco das características de cada um dos planetas rochosos. Composição, tamanho entre outros fatores significativos para o conhecimento destes, Mercúrio, Vênus, Terra e Marte.

#### 3.2.1 O Planeta Mercúrio

É o planeta mais próximo do Sol, o que dificulta observá-lo no céu, mas pode ser visto a olho nu em configurações avançadas. Ambos os diâmetros (equatorial e polar) são de aproximadamente,  $4,9 \times 10^6$  metros e leva 88 dias para se moverem ao redor do Sol. A rotação é de 58 dias, 15 horas, 27 minutos e 42 segundos, e a rotação é de 58 dias, 15 horas, 27 minutos e 42 segundos (NOGUEIRA; CANALLE, 2009).

**Figura 3.3** - Representação do planeta Mercúrio a partir da interface do aplicativo de RA Galactic Explorer.



Fonte: Galactic Explorer (2024).

Mercúrio possui uma superfície muito afetada por crateras de vários tamanhos, semelhante à da lua. A densidade média alta sugere que o interior contém mais de 70% de ferro. Uma característica intrigante do planeta é que parece não ter manto (camada que cobre o núcleo central anterior à crosta) e mais parece ter um "núcleo grande". É provável que a matéria esteja em estado líquido na parte mais interna deste último, perto do centro. Isso porque o movimento interno pode produzir correntes elétricas que explicam o campo magnético aplicado. Uma das hipóteses discutidas é que a crosta e o manto de mercúrio podem ter sido lançados ao espaço como resultado de um golpe nos primórdios do sistema solar. As partículas emergentes varrem continuamente o mercúrio (HORVETH, 2008).

A temperatura de Mercúrio, que se concentra entre 100 K e 700 K nos lados escuro e iluminado respectivamente, fato este, descoberto na década de 1960 por meio da emissão de ondas de rádio, Ele é o planeta que gira com a maior velocidade em torno do Sol, cerca de  $1,80 \times 10^5 \text{ km/h}$  (MOREIRA, 2021). Sua gravidade, em comparação com a gravidade da Terra é baixa, de aproximadamente  $3,70 \text{ m/s}^2$ . Mercúrio é um planeta que não possui satélite, evidência que se concretiza pelo seu tamanho e proximidade do Sol.

### 3.2.2 Planeta Vênus

Vênus é o segundo planeta mais próximo do Sol. Vênus tem uma atmosfera bastante espessa que reflete a maioria da luz solar. Seu brilho extraordinário se deve a isso. Além disso, sua atmosfera espessa impossibilita ver diretamente a superfície do planeta. Como resultado, é o planeta com a temperatura mais alta do sistema solar, cerca de 740 K. Ele tem uma gravidade semelhante à da Terra de cerca de  $8,87 \text{ m/s}^2$  e não possui satélites naturais (BATISTA, 2020).

**Figura 3.4** - Superfície de Vênus vista pela espaçonave Magalhães da NASA.



Fonte: Science.nasa.gov (1996)

Gotículas de ácido sulfúrico, um composto extremamente corrosivo, formam as nuvens venusianas. A sonda americana Magellan (Magalhães) completou o mapeamento da superfície de Vênus em 1993. Ambos os planetas têm um diâmetro de 12.104 quilômetros, e seus períodos de translação em torno do Sol e rotações se completam em 225 e 243 dias terrestres, respectivamente. A rotação do planeta é retrógrada (NOGUEIRA; CANALLE, 2009).

Moreira (2021), expõe em sua dissertação de mestrado algumas informações consideráveis sobre Vênus, a autora afirma que o planeta é ocasionalmente o objeto mais brilhante do céu noturno. É também conhecido como estrela da manhã ou estrela da tarde e atinge um alongamento máximo de 47 graus acima da linha do horizonte. É bastante semelhante à Terra em termos de tamanho, massa e gravidade.

### 3.2.3 O Planeta Terra

A Terra é o terceiro planeta do Sistema Solar, estando a 149.598.262 km do Sol e possuindo uma gravidade aproximadamente igual a  $9,81 m/s^2$  e uma massa estimada em  $5,9722 \times 10^{24}$  quilogramas ( $kg$ ). Seu diâmetro polar é de 12.713 km, enquanto seu diâmetro equatorial é de 12.756 km. Portanto, a Terra não é uma esfera ideal. A rotação (movimento responsável pelos dias e pelas noites) ocorre em 23 horas, 56 minutos e 4 segundos, enquanto a trajetória ao redor do Sol (movimento responsável pelas estações do ano) ocorre em 365 dias, 5 horas, 48 minutos e 46 segundos. Ele está envolto na atmosfera, uma massa gasosa. Até onde se sabe, ele é o único objeto do Sistema Solar que tem vida porque tem uma lua (NOGUEIRA; CANALLE, 2009).

**Figura 3.5** - Imagem da Terra e da Lua vistas pela sonda Galileo.



Fonte: Nogueira e Canalle (2009).

De acordo com Horvath (2008), a estrutura do planeta Terra pode ser organizada da seguinte forma: crosta, manto e núcleo. **A crosta** é a camada mais externa e assim a única das camadas que pode ser estudada diretamente, quase 70% da sua estrutura é formada por basalto (espécie de lava solidificada). Já o **manto** é composto por manto superior e inferior. O manto superior inclui litosfera, astenosfera e zona de transição, com predominância de silicatos de ferro e magnésio, como olivina e piroxênio. O manto inferior, composto principalmente de silício, magnésio e oxigênio, se estende de 700 a 2900 km, com a camada D" entre 2700 e 2900 km, onde ocorrem transformações químicas intensas. O **núcleo** consiste em duas regiões distintas: o núcleo líquido, composto principalmente de níquel e ferro, localizado de 2900 a 5150 km de profundidade, onde ocorrem movimentos convectivos; e o núcleo sólido, com pouco mais de 1200 km de raio, onde o ferro e o níquel solidificaram, formando uma estrutura cristalina. A temperatura do núcleo é alta, provavelmente superior a 7000 K, devido ao calor residual da formação, ao decaimento de elementos radioativos presentes na nebulosa primordial e ao calor latente liberado pelo material que solidifica, aumentando gradualmente o tamanho do núcleo sólido.

### 3.2.4 O planeta Marte

**Figura 3.6** - Imagem de Marte por aplicações de tecnologia de visualização da NASA.



Fonte: Nasa. Gov (2024).

De acordo com NASA.Gov (2024) Marte é um dos corpos mais explorados do nosso sistema solar através dos veículos espaciais que são enviados em missão ao único planeta para onde os viajantes podem explorar as paisagens extraterrestres. Ao longo de suas missões, a NASA encontrou inúmeras evidências de que a atmosfera de Marte era mais espessa e mais úmida há milhares de milhões de anos.

Suas duas luas *Phobos* e *Deimos* possuem órbitas bem próximas de sua superfície e a temperatura do planeta vermelho admite valores de 180 K e 273 K entre o inverno e verão respectivamente (HORVATH, 2008). Em Nogueira e Canalle (2009) constam informações de que sua superfície contém campos de neve carbônico, dunas de areia, vales sinuosos onde rios possivelmente fluíram e áreas com crateras. Seu diâmetro equatorial é de 6.794 milhas, e seu diâmetro polar é de 6.760 milhas. Ao longo de 687 dias, ele gira em torno do Sol com um tempo de 24 horas, 37 minutos e 22 segundos. Sua massa equivale a 10,7% da massa da Terra.

O quadro a seguir contém informações e dados dos planetas rochosos em comparação ao planeta Terra.

**Quadro 3.1** - Informações estatísticas dos planetas rochosos.

	Distância (UA)	Raio (Terra)	Massa (Terra)	Rotação (Terra)	Luas	Inclinação orbital	Excentricidade Orbital
MERCÚRIO	0,39	0,38	0,05	58,8	0	7	0,2056
VÊNUS	0,72	0,95	0,89	244	0	3,394	0,0068
TERRA	1,0	1,00	1,00	1,00	1	0,000	0,0167
MARTE	1,5	0,53	0,11	1,029	2	1,850	0,0934

Fonte: Autor (2024).

Os dados contidos no quadro 3.1 e que para alguns a referência é a Terra pode ser revisitado na seção 3.2.3. No que se refere a Unidade Astronômica (UA), segundo Saraiva (2014, p.71) “Copérnico determinou as distâncias dentro do sistema solar em termos da distância Terra-Sol, ou seja, em unidades astronômicas (UA)”. Porém, no sentido de melhorar as previsões de distância em 1770, Johann Elert Bode (1747-1826) e Johann Daniel Titius (1729-1796) propuseram uma relação matemática que preveem as distâncias médias dos objetos em torno do Sol.

$$a = \frac{2^n \times 3 + 4}{10} \quad 3.1$$

Iniciando com o valor de n igual a menos infinito para Mercúrio, e progredindo com n igual a 0 para Vênus, n igual a 1 para a Terra, n igual a 2 para Marte, n igual a 3 para o cinturão de asteroides, n igual a 4 para Júpiter, n igual a 5 para Saturno, n igual a 6 para Urano com Netuno na sequência, e finalmente, n igual a 7 para Plutão. Essa sequência sugere a presença de alguma forma de harmonia mecânica dentro do disco protoplanetário, que eventualmente evoluiu para o Sistema Solar que conhecemos hoje (SARAIVA, 2014).

### 3.3 Os Planetas Gasosos

Os planetas gasosos Júpiter, Saturno, Urano e Netuno, também conhecidos como planetas externos, têm baixa densidade e são chamados também de planetas jovianos porque seu protótipo é Júpiter. As emissões livres de hidrogênio e hélio gasoso, gelo de água, metano, dióxido de carbono e amônia são seus principais componentes (HETEM; PEREIRA; OLIVEIRA, 2010).

**Figura 3.7** - Imagem dos planetas gasosos: fora de escala.



Fonte: InfoEscola (2019).

Apesar destes planetas serem classificados como gasosos devido às altas pressões em seus interiores, também possuem materiais líquidos e sólidos. Há especulações de que esses planetas possuem núcleos feitos de muito metais e silicatos. James Blish usou o termo "planeta gasoso" em um de seus livros de ficção científica em 1952 para descrever planetas gigantes. Embora seja impreciso, o termo ganhou popularidade porque enfatizou o aspecto mais importante desses planetas (MONTEIRO, 2019). A seguir serão descritas algumas informações importantes sobre estes planetas.

### 3.3.1 O Planeta Júpiter

**Figura 3.8** - Imagem de Júpiter e sua atmosfera turbulenta.



Fonte: Zabot (2018).

Em Horveth (2008) constam informações sobre o maior planeta do sistema solar, dentre elas, sua composição de hidrogênio e hélio com frações de metano e amônia. Por estes elementos se encontrarem no estado de gasoso impossibilita o pouso de uma nave em sua superfície. Seus satélites recebem uma atenção importante para a possibilidade de vida extraterrestre, em especial Europa que a partir de imagens da sonda Cassini apresentou a possível existência de água no estado líquido abaixo da crosta gelada.

Na tentativa de otimizar mais algumas informações sobre este gigante gasoso, no quadro a seguir, disponibilizam-se alguns dados relevantes sobre o planeta Júpiter.

**Quadro 3.2** - Dados relevantes de Júpiter de acordo com Zabot (2018).

<b>Júpiter</b>	
<b>Translação</b>	<b>32,59 dias</b>
<b>Rotação</b>	<b>9h 55 min.</b>
<b>Massa</b>	<b>317 vezes a da Terra</b>
<b>Volume</b>	<b>1.312 vezes a da Terra</b>
<b>Distância do Sol</b>	<b>777 milhões de km</b>
<b>Temperatura média</b>	<b>-153 °C</b>
<b>Diâmetro</b>	<b>143.983 km</b>

Fonte: Zabot (2018).

A complexa magnetosfera de Júpiter também desafia nossa compreensão do ambiente espacial, proporcionando um campo fértil para estudos científicos. Em suma, Júpiter continua a ser um objeto de maravilha e investigação, oferecendo insights importantes sobre a formação e evolução de nosso Sistema Solar.

### 3.3.2 O planeta Saturno

**Figura 3.9** - Imagem do planeta Saturno obtida pela Voyager 2 (NASA).

Fonte: Rodrigues (2003).

O sexto planeta na ordem de distância ao Sol, Saturno, é conhecido por seus anéis. Depois de Júpiter, é o que possui a maior massa. Possui composição semelhante à de Júpiter, hidrogênio, hélio, amônia, metano, água e rochas. Sua densidade média é menor que a da água, com um núcleo rochoso rodeado por camadas de hidrogênio em diferentes estados. Sua rotação não é uniforme, levando a um achatamento de cerca de 10% devido à composição gasosa. Tem

numerosos satélites que interagem com seus anéis compostos por gelo, rochas de silício e óxidos de ferro. A formação dos anéis é atribuída principalmente à ação das forças de maré (HORVATH, 2008).

Em 2018, Saturno ganhou 82 luas, tornando-se o planeta com o maior número de luas do Sistema Solar. As missões de exploração como a Cassini revelaram que o maior desses satélites naturais, Titã, apresenta características semelhantes à da Terra primitiva (GUITARRARA, 2024). A autora destaca alguns aspectos impressionantes de Saturno, como: sua massa de  $5,683 \times 10^{26} \text{ kg}$  e uma densidade de  $0.687 \text{ g/cm}^3$ . Ele orbita o Sol a uma distância de 1,4 bilhões de km. Sua rápida rotação completa é de apenas 10,7 horas, enquanto seu período de translação ao redor do Sol é de 29,4 anos terrestres. A temperatura média em Saturno é extremamente baixa, chegando a  $-138 \text{ }^\circ\text{C}$ . A atmosfera de Saturno é predominantemente composta por hidrogênio ( $\text{H}_2$ ) e hélio ( $\text{He}$ ), criando um ambiente único em seu gigantesco corpo gasoso.

É possível que os anéis de Saturno tenham sido formados por um satélite ou cometa que se moveu demais para próximo do planeta e foi quebrado pela maré. Uma pergunta surge como resultado dessa realidade: até que ponto a Lua pode se aproximar da Terra sem se desintegrar?

$$d = 1,38 \left( \frac{\rho_M}{\rho_m} \right)^{\frac{1}{3}} R \quad 3.2$$

Onde:  $\rho_M$  é a densidade da Lua,  $\rho_m$  a densidade da Terra e  $R$  o raio da Terra (SARAIVA, 2014). Aplicando os dados da Terra e da Lua na equação 3.2 encontra-se como valor 7527 km como resultado da distância mínima de proximidade que pode existir entre a Lua e Terra.

### 3.3.3 O Planeta Urano

**Figura 3.10** - Imagem de Urano obtida pela sonda Voyager 2.



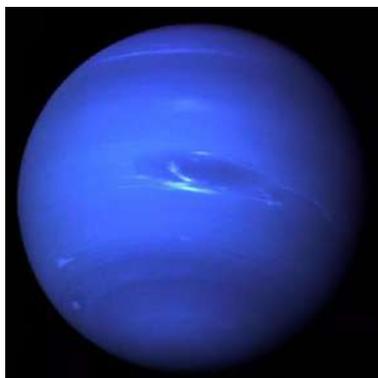
Fonte: Nogueira e Canalle (2009).

Esta seção será dedicada a falar sobre o planeta Urano. Em Horvath (2008) consta que ele foi descoberto em 1781 pelo astrônomo William Herschel (1738-1822) sendo o primeiro planeta descoberto com o uso de um telescópio. Ele deve ter um manto de gelo cobrindo um núcleo rochoso semelhante ao da Terra. Assim, sua estrutura interna difere de Júpiter e Saturno. Seus principais componentes atmosféricos são hidrogênio e hélio, mas também há um pouco de metano. Como todos os outros planetas jovianos, têm bandas atmosféricas (RODRIGUES, 2003).

Ao longo de aproximadamente 84 anos, a Urano faz uma volta em torno do Sol. Um dia local tem 17 horas e 15 minutos de duração. O eixo está quase paralelo ao plano orbital porque seu eixo de rotação está tombado em  $98^\circ$  em relação à vertical do plano de sua órbita. É uma situação única entre todos os planetas. O eixo de rotação está retrocedendo à medida que ultrapassa  $90^\circ$ . O tombamento cria um ciclo único por ano. Um dos polos (verão) fica voltado para o Sol durante os solstícios, enquanto o outro (inverno) permanece na escuridão. Os polos experimentaram uma mudança de estação a cada 41 anos (PICAZZIO, 2011). Ele atinge magnitude 5,8 na oposição e pode ser visto com o olho desarmado em boas condições de visibilidade. Possui 48.692 km de diâmetro polar e 51.800 km de diâmetro equatorial (NOGUEIRA; CANALLE, 2009).

### 3.3.4 O Planeta Netuno

**Figura 3.11** - Imagem de Netuno fornecida pelo telescópio espacial Hubble (NASA/ESA/GSFC).



Fonte: GALILEU (2019).

O segundo planeta descoberto na era moderna e o oitavo e último em ordem de afastamento do Sol. Além disso, foi a primeira descoberta feita por cálculos antes da observação óptica. Urbain Jean Joseph Leverrier (1811-1877), astrônomo francês, previu corretamente sua existência em 1846, utilizando-se de cálculos baseados nas irregularidades da órbita de Urano.

Em 23 de setembro do mesmo ano, o astrônomo alemão Johann Gottfried Galle (1812-1910) encontrou a posição do planeta. Essa posição também foi encontrada pelo astrônomo inglês John Couch Adams (1819-1892), mas ele não conseguiu persuadir os astrônomos ingleses a procurarem o astro. A Patineta, a Pequena Mancha Escura e a Grande Mancha Escura são algumas das características distintivas da atmosfera, que é composta de hidrogênio, hélio, metano e amoníaco. A travessia leva 60.190 dias, ou 164,8 anos terrestres, para ser concluída, e a rotação leva 15 horas e 48 minutos (NOGUEIRA; CANALLE, 2009).

### **3.4 Os Pequenos Corpos do Sistema Solar**

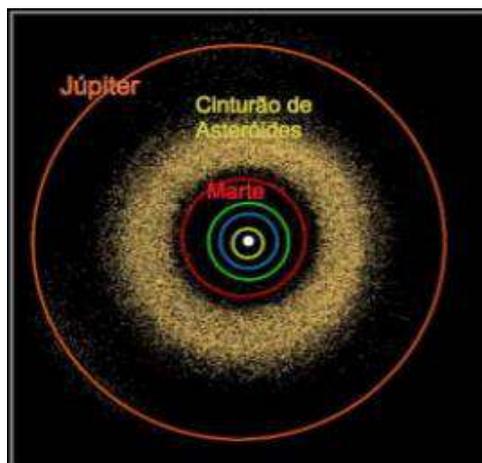
As investigações mais aprofundadas mostram que nosso sistema planetário além dos oito planetas e seus satélites naturais é composto de pequenos corpos com diferentes características físicas, nomeados como cometas e asteroides (BETZLER, 2015). E graças ao desenvolvimento das técnicas de observação astronômica foi possível a descoberta de uma grande quantidade desse tipo de objetos, que são intrinsecamente muito fracos e difíceis de identificar. Isso é especialmente verdadeiro para objetos em órbitas além de Netuno, muito longe do Sol e da Terra (RODRIGUES, 2003).

Desde cometas a pequenos asteroides, esses corpos desempenham papéis importantes na compreensão da história e da dinâmica do nosso sistema solar. Nas seções seguintes serão abordados um pouco sobre a dinâmica desses corpos, principalmente a partir do estudo sobre o cinturão de asteroides e de Kuiper.

#### **3.4.1 Cinturão de Asteroides**

O cinturão de asteroides é uma área do sistema solar que contém pequenos corpos residuais remanescentes da formação do sistema solar. Acredita-se que a formação de um planeta nessa área foi impedida pela influência de Júpiter. Agora sabe-se que o próprio Júpiter empurra esses objetos para o interior, concentrando esses pequenos corpos entre as órbitas de Marte e Júpiter (HORVATH, 2008).

**Figura 3.12** - Imagem representativa do cinturão de asteroides situado entre Marte e Júpiter.



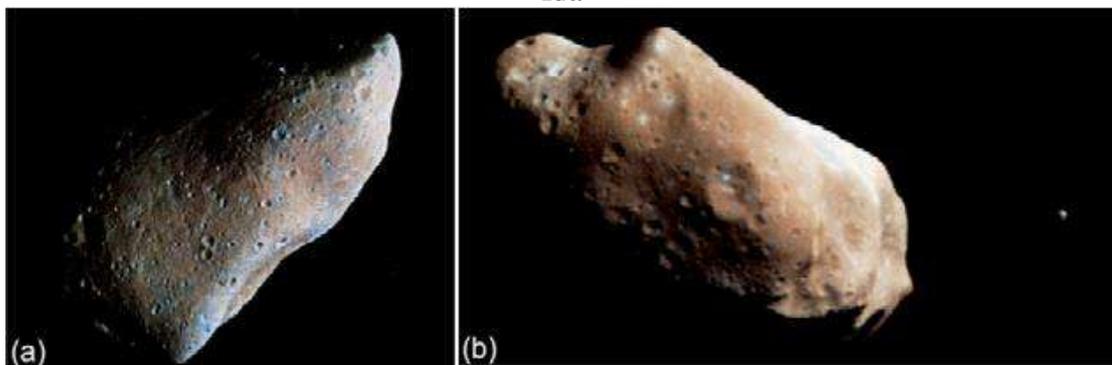
Fonte: (HETEM; PEREIRA; OLIVEIRA, 2010).

Embora representativa, a figura 4.12 propõe que a maior parte dos asteroides conhecidos se posicionem entre Marte e Júpiter. Tornando a representação verdadeira, Saraiva (2014, p.147) Confirma: “A maior parte dos asteroides conhecidos têm órbitas situadas entre as órbitas de Marte e Júpiter, a uma distância da ordem de 2,8 unidades astronômicas (UA) do Sol”. É claro que esses asteroides não estão todos concentrados nessa região entre Marte e Júpiter, uma pequena quantidade deles, um subgrupo, classificados como asteroides troianos habitam a órbita de Júpiter (HETEM; PEREIRA; OLIVEIRA, 2010).

Os restos do processo de formação do sistema solar interior são a principal fonte de interesse científico em asteroides. Além disso, os asteroides são importantes porque eles mudaram a biosfera da Terra no passado, pois alguns desses objetos já colidiram e podem colidir com a Terra. Além disso, os asteroides fornecem uma rica fonte de minerais e uma fonte de compostos voláteis, que podem ser extraídos para a exploração e colonização do nosso sistema solar no século XXI. Saraiva (2014, p.149) descreve melhor algumas características dos asteroides e faz definições de meteoro, meteoróide e meteorito:

**Meteoro** é o fenômeno luminoso quando um pequeno asteroide, chamado **meteoróide**, se choca com a atmosfera da Terra. O termo vem do grego *meteoron*, que significa fenômeno no céu. Ao penetrar na atmosfera da Terra, gera calor por atrito com a atmosfera, deixando um rastro brilhante facilmente visível a olho nu. Existem aproximadamente 50 asteroides com diâmetro maior de 20 km, que se aproximam da Terra, colidindo com uma taxa de aproximadamente 1 a cada 1 milhão de anos. Dois a três novos são descobertos por ano e suas órbitas são muitas vezes instáveis. **Meteoritos** são meteoros que atravessam a atmosfera da Terra sem serem completamente vaporizados, caindo ao solo. Do estudo dos meteoritos se pode aprender muito sobre o tipo de material a partir do qual se formaram os planetas interiores, uma vez que são fragmentos primitivos do sistema solar.

**Figura 3.13** - Fotos obtidas pela sonda espacial Galileu: (a) asteroide Gaspra/ (b) O asteroide Ida



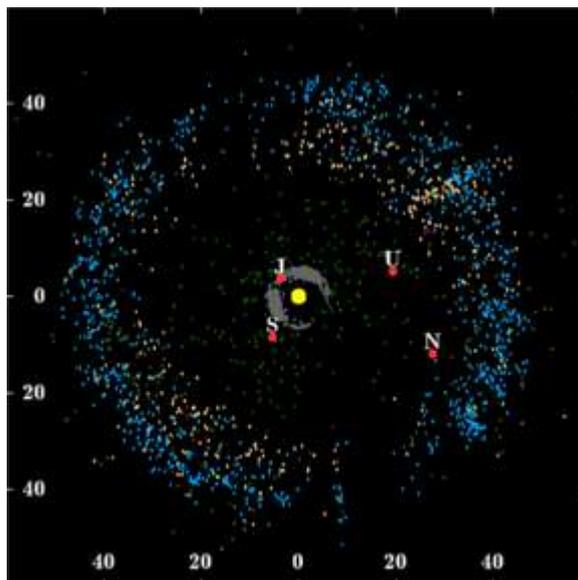
Fonte: (HETEM; PEREIRA; OLIVEIRA, 2010).

Hetem e Pereira (2010) encontram em seus estudos que o tamanho de um asteroide pode ser determinado quando uma estrela é ocasionalmente ocultada, ou então, através da medida da quantidade de luz solar que ele reflete. Até o momento desse estudo, ele afirma que somente 16 asteroides têm dimensões maiores que 240 km. E Horveth (2008) confirma que, por esse mesmo método, é possível estudar a composição dos asteroides. Há cerca de 45 anos, encontrou-se basicamente 3 tipos distintos: os do tipo C (75% dele composto por carbono denominados *condritos*), tipo S (17% composto de silicato, similar a várias rochas), e os do tipo M (os 8% restantes com a composição metálica, ferro e ou níquel). Como foi colocado no início desta seção, existem remotas possibilidades de colisões de asteroides com nosso planeta, além do que, estudá-los nos possibilita uma infinidade de informações.

### 3.4.2 O Cinturão de Kuiper e os limites do Sistema Solar

O astrônomo Gerard Kuiper e colaboradores foram motivados a estudar os cometas de curto período devido à aparição regular desses objetos que retornam ao Sistema Solar em poucos anos, diferente dos cometas de longo período. Eles postularam a existência de um disco ou cinturão de núcleos de cometas além da órbita de Netuno, semelhante à Nuvem de Oort, mas mais achatado. O primeiro objeto identificado nessa região foi o 1992 QB1, sugerindo a presença de outros asteroides semelhantes. (HORVETH, 2008). O cinturão de Kuiper, que se estende até 50 UA depois da órbita de Netuno (30 UA), contém planetas anões e corpos congelados e é considerado o local de origem dos cometas de curto período (HETEM; PEREIRA; OLIVEIRA, 2010).

**Figura 3.14** - Objetos conhecidos do sistema solar e o Cinturão de Kuiper.



Fonte: Wikipedia (2024).

Na figura 3.14, o gráfico está representado em escala e está graduado em Unidades Astronômicas (UA). No centro o Sol (ponto amarelo) e a região pigmentada de cor azul, representa o cinturão de Kuiper, percebe-se que ele se concentra entre 30 e 50 UA do Sol. As letras isoladas representam as posições dos planetas Júpiter (J), Saturno (S), Urano (U) e Netuno (N) (WIKPEDIA, 2024).

Além do cinturão de Kuiper, o sistema solar exterior inclui a Nuvem de Oort, que é a origem de muitos cometas de longo período. Sedna, descoberto em 2003, é o objeto mais distante do Sol conhecido até o momento. Esses corpos transnetunianos preservam composições químicas primitivas e podem fornecer informações valiosas sobre a história e a evolução do Sistema Solar. A região do cinturão de Kuiper é onde se encontram planetas anões e objetos congelados, enquanto a Nuvem de Oort está mais distante, entre 50 e 100 mil UA (HETEM; PEREIRA; OLIVEIRA, 2010).

### 3.4.3 Cometas

Ao longo da história, as aparições dos cometas provocaram uma variedade de reações. Desde os tempos antigos os astrônomos chineses já haviam registrado várias ocorrências de cometas cinco séculos antes da Era Cristã, notando também a característica de que suas caudas apontavam sempre em direção oposta ao Sol. No entanto, no mundo ocidental, os cometas eram amplamente considerados presságios nefastos desde a Idade Média até tempos recentes. Eles

eram frequentemente associados a eventos como doenças, desastres e até mortes, levando bastante tempo para que sua verdadeira natureza fosse compreendida. Os estudos de Halley e Newton desempenharam um papel fundamental na determinação das órbitas cometárias. Especificamente, Halley identificou que os cometas observados em 1066, 1531, 1607 e 1682 correspondiam a uma única ocorrência, que hoje é justamente associada ao seu nome (HORVETH, 2008).

**Figura 3.15** - Imagem do Cometa 1P/Halley capturado em 8 de março de 1986 por W. Liller.



Fonte: Wikipedia (2023).

Os cometas, pequenos corpos que orbitam o Sol, têm órbitas elípticas muito alongadas, sendo compostos principalmente de gelo e poeira. Quando se aproximam do Sol, desenvolvem caudas brilhantes devido à sublimação do gelo. Existem diferentes tipos de caudas de cometas, causadas por diferentes processos físicos. A conexão entre cometas e chuvas de meteoros foi estabelecida no século XIX, quando observou que as órbitas dos meteoros das chuvas eram similares às órbitas dos cometas. As chuvas de meteoros recebem o nome da constelação onde está sua radiante, e as partículas que produzem os meteoros são chamadas de meteoroides (BETZLER, 2015).

Por fim, tanto as chuvas de meteoros quanto a passagem de cometas são eventos celestes fascinantes que nos oferecem uma visão distinta do universo. Os cometas nos impressionam com suas caudas alongadas e órbitas elípticas, mas as chuvas de meteoros fazem com que o céu noturno se torne um espetáculo de luzes cintilantes. O estudo e a compreensão desses fenômenos não apenas ajuda os cientistas a desvendar os mistérios do universo, mas também nos conecta a uma beleza do cosmos que desperta a curiosidade e a admiração de todos nós.

## 4. METODOLOGIA

A educação no sentido de escolarização é uma preocupação mundial e com o avanço das Tecnologias da Comunicação e Informação se vê ainda mais presente a busca por metodologias de ensino eficazes. Este capítulo apresenta a metodologia adotada para o desenvolvimento e aplicação de um produto educacional voltado para o ensino sobre o sistema solar, utilizando uma metodologia de ensino inovadora, que põe o aluno numa posição de protagonista de seu aprendizado e o professor num mediador do processo.

A experiência da aplicação deste produto educacional envolveu um processo cuidadosamente planejado, que será detalhadamente descrito no próximo capítulo. Porém, as seções a seguir descreverão a metodologia usada na pesquisa, o modelo do produto educacional aplicado e uma breve descrição sobre o método usado no tratamento dos dados da pesquisa e na análise dos resultados.

### 4.1 A pesquisa qualitativa com aspectos da pesquisa-ação

Um método é como um guia que nos ajuda a alcançar nossos objetivos. Assim como ter um mapa durante uma viagem nos ajuda a saber onde estamos, para onde vamos e como chegar lá, ter um método claro torna nossas tarefas mais fáceis e direcionadas (PEREIRA et al, 2018). O método utilizado no desenvolvimento deste trabalho fundamentou-se em uma abordagem qualitativa e descritiva característica de uma pesquisa-ação. O modelo qualitativo de pesquisa dos vários fenômenos sociais ocupa um importante lugar no que se refere ao envolvimento dos seres humanos nos mais diversos ambientes (GODOY, 1995).

A educação tem sido um palco onde se observa uma multiplicidade de avanços na produção científica das pesquisas qualitativas. Isso se manifesta não apenas na sua base teórica e epistemológica, mas também em reflexões metodológicas e na aplicação de procedimentos técnicos para investigar objetos de estudo em diversas áreas acadêmicas (ZANETTE, 2017).

Pereira *et al* (2018, p.67) aponta uma definição da abordagem de uma pesquisa qualitativa: “*Os métodos qualitativos são aqueles nos quais é importante a interpretação por parte do pesquisador com suas opiniões sobre o fenômeno em estudo. Neles a coleta de dados muitas vezes ocorre por meio de entrevistas com questões abertas*”. Neste contexto, a escolha do método de pesquisa para examinar a implementação deste produto educacional foi apropriada, uma vez que o modelo de pesquisa qualitativa destaca a interpretação do

pesquisador. Como afirma Libâneo (2006), no desempenho diário de suas funções, tanto como profissional quanto como cidadão, é fundamental para o professor cultivar continuamente a habilidade de analisar os fatos, eventos e o conteúdo do currículo de maneira mais abrangente. Na pesquisa qualitativa, o docente utiliza essa capacidade ao desvendar as sutilezas e os contextos que permeiam os fenômenos investigados, possibilitando uma apreensão mais abrangente e completa das informações coletadas.

Ainda se tratando da pesquisa qualitativa, Pereira e Coutinho (2023) afirmam que este modelo de pesquisa concentra-se na utilização de evidências concretas e observáveis e abrange uma variedade de metodologias de estudo, com um foco específico na análise dos processos de ensino e aprendizagem. Uma abordagem qualitativa se apresenta com várias modalidades, dentre as mais recorrentes na área da educação destacam-se estudo de caso, observação, entrevista, narrativa, etnografia e pesquisa-ação (PEREIRA; COUTINHO, 2023). Esta última citada norteou a prática do professor pesquisador responsável por essa dissertação. Todo o trabalho fundamentou-se no envolvimento do pesquisador (professor) com objeto de pesquisa (alunos) a partir de uma análise qualitativa e descritiva de questionário, produção de mapas conceituais, publicações em redes sociais, envolvimento em tarefas gamificada, debates, entre outras atividades.

A pesquisa-ação tem sido alvo de muita polêmica devido à sua exigência de participação ativa do pesquisador e ação por parte das pessoas ou grupos afetados pelo problema. Em alguns círculos, essa abordagem é vista como carecendo da objetividade esperada em procedimentos científicos. Apesar disso, tem sido reconhecida como altamente benéfica, especialmente por pesquisadores que se alinham com ideologias “reformistas” e “participativas” (GIL, 2002). A definição de pesquisa-ação é citada por Correa, Campos e Almagro conforme a concepção de Thiollent, a seguir:

[...] é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (CORREA; CAMPOS; ALMAGRO, 2018, p. 63 *apud* THIOLENT, 1986).

A pesquisa-ação examina situações específicas por meio de observações e intervenções em contextos sociais, embora não negligencie a pesquisa teórica, que é fundamental. Por ser uma abordagem qualitativa, a pesquisa-ação atribui aos dados coletados uma descrição detalhada e rica em significados, considerando o contexto natural em que ocorre a investigação. Para ser considerada pesquisa-ação, é necessário haver uma ação por parte das

peças envolvidas no processo investigativo (pesquisadores, equipe e participantes), a qual não se destina a resolver problemas triviais, mas sim questões consideradas socialmente relevantes, e demandam uma investigação mais aprofundada (CORREA; CAMPOS; ALMAGRO, 2018).

No contexto da pesquisa desenvolvida e respeitando os fundamentos característicos do modelo de pesquisa qualitativa, o autor deste trabalho realizou a referida pesquisa completamente inserido no campo de estudo, seguindo a essência da pesquisa-ação. Ele interagiu com os objetos de pesquisa (alunos), pausou para estudo com o especialista Leandro de Oliveira e reorganizou a rota. O professor pesquisador foi participativo, intervindo nos momentos oportunos como mediador do processo da pesquisa, com o objetivo de promover o ensino-aprendizagem.

#### **4.2 Caracterização do campo de pesquisa e do público pesquisado**

Essa pesquisa foi realizada na Escola Estadual de Educação Profissional Gerardo Cristino de Menezes, escola de ensino médio do estado do Ceará. Situada na cidade de Coreaú-CE, CEP 62160000 e localizada na rua Tancredo Neves. Esta instituição de ensino, que atrai alunos tanto da sede da cidade quanto das áreas rurais, além de estudantes de duas cidades vizinhas, Alcântaras e Moraújo, desempenha um papel vital na formação acadêmica e profissional da região. Com o objetivo claro de preparar os alunos tanto para o mercado de trabalho quanto para o ingresso no ensino superior.

A Escola Gerardo Cristino de Menezes oferece uma variedade de cursos profissionalizantes. São 11 turmas ao todo, distribuídas entre os três anos do ensino médio profissionalizante. Quatro turmas são do primeiro ano, quatro do segundo ano e três do terceiro ano, abrangendo os cursos técnicos em Administração, Contabilidade, Eletromecânica e Redes de Computadores.

No âmbito da pesquisa, os alunos do primeiro ano do curso técnico em Contabilidade foram os participantes selecionados. Num total, 39 alunos participaram das atividades de aplicação deste produto. Durante as aulas de projeto interdisciplinar, esses alunos se envolveram ativamente no processo de pesquisa, dedicando duas horas aula por semana ao longo de sete encontros. É importante frisar que a participação da comunidade discente ocorreu com o inteiro consentimento da gestão escolar, como também dos pais ou responsáveis de todos os alunos envolvidos. Essa abordagem integrada permitiu explorar vários parâmetros colaborativamente. Assim, essa pesquisa não apenas enriqueceu o aprendizado dos alunos

envolvidos, mas também contribuiu para o avanço do conhecimento científico no campo da educação, destacando o compromisso da Escola Gerardo Cristino de Menezes com a excelência acadêmica e o desenvolvimento da comunidade local.

### **4.3 Método usado para coletar e analisar os dados**

A pesquisa em questão adotou uma abordagem qualitativa com características de pesquisa-ação, onde o processo de coleta de dados envolveu uma variedade de técnicas adaptadas ao contexto do estudo. Gil (2002) afirma que uma característica importante na pesquisa-ação é sua flexibilidade. Inicialmente, a coleta de dados foi realizada através da aplicação de uma pesquisa de opinião e de um pré-teste gamificado, ambos projetados para engajar os participantes e capturar suas percepções e conhecimentos iniciais sobre o tema em estudo.

Gil (2002, p.145-146), propõe alguns métodos a serem aplicados numa pesquisa-ação:

Diversas técnicas são adotadas para a coleta de dados na pesquisa-ação. A mais usual é a entrevista aplicada coletiva ou individualmente. Também se utiliza o questionário, sobretudo quando o universo a ser pesquisado é constituído por grande número de elementos. Outras técnicas aplicáveis são: a observação participante, a história de vida, a análise de conteúdo e o sociodrama.

Neste contexto, o método usado se caracteriza por vezes com aplicação de questionário como observação participante visto que durante os encontros, muitas informações pertinentes foram coletadas por meio de um diário de bordo do professor, permitindo ao mesmo registrar reflexões, observações e comportamentos dos estudantes ao longo do processo da pesquisa-ação. O diário de bordo comporta-se como um instrumento que facilita o aprimoramento da prática do professor, uma vez que possibilita a reflexão sobre a dinâmica das atividades desenvolvidas (BATISTA et al, 2023).

Ao finalizar os encontros, a coleta de dados foi concluída com a aplicação de um pós-teste gamificado, projetado para avaliar as mudanças de percepção, conhecimento ou comportamento dos estudantes após sua participação no processo da pesquisa-ação. Quanto à análise e interpretação desses dados segue um caráter discursivo em torno dos dados coletados originado da interpretação dos resultados por parte do professor pesquisador e do professor especialista (GIL, 2002).

Em suma, a pesquisa adota uma abordagem flexível e participativa na coleta e análise de dados, buscando compreender e gerar percepções significativas a partir da interação entre teoria e prática no contexto da pesquisa-ação.

#### **4.4 O Produto Educacional**

O produto educacional consiste num manual desenvolvido para facilitar o ensino dos tópicos de astronomia relacionados ao sistema solar. Baseado nas etapas da Sequência Fedathi, este manual oferece uma abordagem estruturada e interativa para envolver os alunos no aprendizado de conceitos da Física do sistema solar e pode ser acessado no apêndice A desta dissertação.

A metodologia de ensino segue as etapas da Sequência Fedathi como metodologia didática utilizada em todas as aulas. Além das etapas da Sequência Fedathi, o manual também incorpora o uso da Realidade Aumentada e da gamificação para tornar o aprendizado mais envolvente e imersivo.

Os propósitos da elaboração da sequência didática viriam em alguns aspectos que vão desde: ensinar eficazmente os tópicos de astronomia relacionados ao sistema solar, proporcionando uma compreensão abrangente e significativa dos conceitos astronômicos; organizar uma proposta didática estruturada e coerente para o ensino da astronomia do sistema solar, utilizando os fundamentos da Sequência Fedathi como metodologia didática norteadora; fornecer subsídios e recursos práticos para o ensino da astronomia do sistema solar, aproveitando as tecnologias da informação, como a Realidade Aumentada e a gamificação, para enriquecimento da experiência de aprendizagem dos alunos.

Com o manual do produto educacional, professores da Educação Básica terão à disposição uma valiosa ferramenta que tem o potencial de promover o interesse e o entendimento dos alunos sobre o fascinante mundo da astronomia do sistema solar.

A seguir será realizado uma descrição detalhada da aplicação da sequência didática e uma cuidadosa análise dos dados obtidos e conseqüentemente uma apresentação dos resultados interpretados.

## **5. APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL**

Neste capítulo será apresentada uma análise da sequência didática desenvolvida no produto educacional. Também serão apresentados os resultados comportamentais dos estudantes em relação às suas respostas aos mecanismos utilizados para coletar informações relevantes para verificação da eficácia da metodologia utilizada nesta pesquisa. Além disso, serão discutidos os vários resultados desta proposta pedagógica.

### **5.1 Desenvolvimento e aplicação do produto educacional**

Esta sequência didática se desenvolveu, sendo aplicado nos fundamentos da Sequência Fedathi. A partir da utilização dos princípios desta sequência de ensino os encontros foram planejados para uma aplicação em 7 encontros com 39 alunos da 1ª série do curso técnico em contabilidade, nas aulas de projeto interdisciplinar I, da Escola Estadual de Educação Profissional Gerardo Cristino de Menezes, com localização no município de Coreaú-CE. Os encontros tiveram duração de 2 horas aulas de 50 minutos cada. Ou seja, este referido produto educacional foi aplicado em 14 horas aulas.

A escolha dos conteúdos trabalhados nas aulas compartilha do pensamento de Vasconcelos e Saraiva (2012). As autoras veem a astronomia como um meio de estimular o interesse dos estudantes, ao mesmo tempo, em que tem em vista atender às diretrizes educacionais estabelecidas para o ensino médio, promovendo uma abordagem interdisciplinar para uma compreensão mais ampla do mundo (VASCONCELOS; SARAIVA, 2012).

Além da metodologia didática e do currículo selecionado, outros fatores foram determinantes para o efetivo aprendizado dos alunos nas aulas sobre o sistema solar: o uso de um aplicativo de realidade aumentada, o Merge Explorer, e elementos da gamificação mediados pelos fundamentos da Sequência Fedathi.

A Realidade Aumentada possui a capacidade de transformar a experiência educacional. Proporciona uma interação inovadora com o ambiente e amplia a compreensão do mundo real pelos estudantes através do uso de técnicas avançadas de visão computacional e computação gráfica (ABREU, 2015, p. 41).

Contribuindo com a idealização desta sequência de Ensino, alguns elementos da gamificação foram inseridos no decorrer da aplicação deste produto educacional. Para Studart (2021), a utilização adequada dos elementos e da mecânica dos games no contexto educacional

se torna uma proposta pedagógica poderosa, proporcionando aos educandos motivação e engajamento para a aprendizagem.

Nessa perspectiva, este produto educacional foi aplicado com a inteira conscientização do núcleo gestor da EEEP Gerardo Cristino de Menezes. Tanto os professores quanto a gestão tomaram crença de que as aulas ministradas durante as segundas-feiras de cada semana levariam os estudantes a um potencial de aprendizagem significativo sobre os fundamentos do sistema solar.

No Quadro 5.1, encontra-se uma descrição cronológica dos encontros, acompanhada da carga horária e dos conteúdos, temas das aulas sobre o sistema solar.

**Quadro 5.1:** Sequências das aulas referentes à sequência didática.

<b>Encontros</b>	<b>Data</b>	<b>Carga horária</b> (horas aulas de 50 minutos)	<b>Tema do encontro</b>
1º Encontro	16/10/2023	2	Apresentação do produto, divisão das equipes e aplicação do pré-teste
2º Encontro	23/10/2023	2	Confecção do Merge Cube e introdução ao Merge Explorer
3º Encontro	30/10/2023	2	Introdução ao Sistema Solar
4º Encontro	06/11/2023	2	Os Planetas Rochosos ou Telúricos
5º Encontro	13/11/2023	2	Os planetas Gasosos
6º Encontro	20/11/2023	2	Cinturão de Asteroides
7º Encontro	27/11/2023	2	Revisitando o Sistema Solar e aplicação do pós-teste.

Fonte: Autor (2023)

Esta sequência didática aplicada, relatada e discutida a partir de seus resultados, possui como uma das características principais a postura do professor como um mediador do desenvolvimento dos estudantes. Cabe aqui frisar que o professor, no papel de observador, realiza intervenções planejadas na proposta de ensino. Estas intervenções ocorrem no intuito de gerenciar as próprias descobertas feitas pelos próprios alunos, ou seja, a função do professor neste processo é de observação e coordenação.

Segue um detalhamento realista de cada encontro, os questionamentos, situações e discussões levantadas pelos alunos em cada aula, a postura do professor diante do comportamento dos alunos e o perfil do nível de aprendizagem dos alunos diante do que foi trabalhado na sequência didática.

### 5.1.1 Primeiro encontro

O primeiro encontro foi realizado na terceira semana de outubro, numa segunda-feira, dia 16. As aulas foram ministradas durante os dois últimos tempos no turno da tarde. Inicialmente, o professor fez uma breve introdução do produto, apresentando os conteúdos a serem desenvolvidos. Ele também explicou como seriam as aulas, comentando que os alunos seriam ativos em todo o processo de aplicação da Sequência Fedathi, utilizando-a como metodologia de ensino para os fundamentos do sistema solar com o uso de RA.

Um fator importante para a aplicação desta sequência didática foi o acordo didático firmado com os alunos no momento da tomada de posição. Para Beltrão, Souza e Silva (2010), esse acordo didático é um conjunto de regras que define as responsabilidades e os comportamentos dos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem. Para os autores, ele é importante para garantir o sucesso da aprendizagem, ao ajudar a orientar o processo, potencializa as interações e dá subsídios ao trabalho docente.

Seguindo com o desenvolvimento da atividade, os alunos foram separados em equipes para resolver o problema. Para Santos, Borges Neto e Santana (2019) esta etapa na Sequência Fedathi compreende o momento no qual os alunos buscam resolver o problema com a orientação do professor. Neste momento, os alunos foram orientados a escolher um nome para a equipe com a condição de que referisse a astronomia.

**Figura 5.1** - Alunos reunidos em equipe: etapa da Solução SF.



Fonte: Autor (2023)

Nesta etapa, os alunos iniciaram o processo de construção do conhecimento, dialogando entre pares para a escolha dos nomes das equipes.

Oito equipes foram divididas e conseqüentemente oito nomes foram selecionados, no que segue: Via Láctea, Os Marcianos, New Sirius, Magnetar, Bellatrix, Star Five, Celeste e Netuno. Vale relatar que durante esta escolha surgiram alguns questionamentos. A aluna Eduarda, da equipe Bellatrix, fez a seguinte pergunta:

- ALUNO 1: pode escolher o nome de algo fora do sistema solar?

Já fazendo uso de um dos princípios da sequência Fedathi o professor responde com a pergunta:

- PROFESSOR: faz parte da astronomia? Objetos fora do sistema solar?

O uso deste princípio é colocado como fundamental na condução da sequência Fedathi e no que se propõe dentro de uma metodologia pedagógica, no caso a aprendizagem dos estudantes. No que se refere Santos, Borges Neto e Santana:

A pergunta, além de ser um elemento essencial na mediação pedagógica, também potencializa a participação dos alunos. Porém, nem sempre esse recurso vem na forma de interrogação, pode ser uma sugestão ou um contraexemplo. O Contraexemplo é um princípio da Sequência Fedathi, que se originou da Pergunta e é caracterizado como uma situação que o professor cria no intuito de desestruturar o raciocínio do aluno quando percebe que os argumentos do aluno conduzem ao erro. Mas, ao mesmo tempo em que desequilibra, impulsiona-o à investigação novamente, refletindo sobre as ações (SANTOS; BORGES NETO; SANTANA, 2019, p.16).

Nesse contexto, percebe-se que este princípio fundamenta a mediação pedagógica, estimula ativamente a participação dos alunos, possibilita a interação entre pares e a troca de conhecimento e impulsiona os alunos a aprofundarem suas compreensões para uma aprendizagem mais efetiva.

Os alunos prosseguiram com a atividade justificando para a classe suas escolhas de nomes para as equipes. Cada equipe teve seu momento breve de apresentação como maneira de solução. Para Soares (2017), esse momento valoriza o caminho percorrido pelos alunos na modelagem de suas respostas, mesmo que os próprios alunos estranhem o método por demonstrar respostas diferentes para um mesmo problema. Esse momento também serve de valorização de possíveis erros contribuindo para a aprendizagem discente.

Logo em seguida os alunos foram submetidos a uma pesquisa de opinião com uso do aplicativo PLICKERS disponível no apêndice C e a um questionário diagnóstico gamificado pela plataforma KAHOOT também disponível no apêndice C. A pesquisa de opinião é importante, pois possibilita a identificação da necessidade dos envolvidos na pesquisa. Ela

também serve de norte para a tomada de posição, influenciando nas ações a partir da análise dos resultados (PIROLO; FOCHI, 2001). Reforçando a importância de um diagnóstico que norteie o trabalho de pesquisa, o pré-teste foi realizado na perspectiva do pensamento de Gil:

Os estudos de campo requerem a utilização de variados instrumentos de pesquisa, tais como formulários, questionários, entrevistas e escalas de observação. Torna-se necessário, portanto, pré-testar cada instrumento antes de sua utilização, com vista em: (a) desenvolver os procedimentos de aplicação; (b) testar o vocabulário empregado nas questões; e (c) assegurar-se de que as questões ou as observações a serem feitas possibilitem medir as variáveis que se pretende medir (GIL, 2002, p.132).

Nesta perspectiva, e ao mesmo tempo, objetivando o acompanhamento adequado dos parâmetros desta pesquisa, tanto a pesquisa de opinião quanto o questionário que chamaremos aqui de pré-teste serão discutidos no capítulo 7. Este último buscou diagnosticar os conhecimentos prévios dos estudantes, habilidades, atitudes científicas e as possíveis dificuldades que os estudantes possam vir a ter.

### 5.1.2 Segundo encontro

O objetivo do segundo encontro foi confeccionar o Merge Cube<sup>2</sup> para o trabalho com a Realidade Aumentada e sequencialmente a apresentação do Merge Explorer<sup>3</sup>, especificamente o Galactic Explorer<sup>4</sup>.

A aula iniciou-se com o professor apresentando o tema de trabalho, apresentando as regras e posturas a serem seguidas por ambas as partes (professor e alunos). Na Sequência Fedathi esse processo é chamado de **acordo didático**. A classe foi informada que, ao final da aula, deveriam criar uma postagem para o perfil do grupo no Instagram sobre o assunto da aula. Foi estipulado que cada equipe ganha 10 pontos a cada curtida na postagem e que dois desafios seriam dados a eles e que também seriam pontuados pela execução da mesma entre 500 e 1000 pontos. Este processo de pontuação, inerente à gamificação, se fez importante pela maneira como motivou os alunos na realização das atividades. A ideia corrobora com o que pensam

---

<sup>2</sup> É um cubo desenvolvido para trabalhar com RA. Ele pode ser adquirido através de compra ou confeccionado a partir do download da planificação no link a seguir: [https://www.makerzine.com.br/wp-content/uploads/2020/01/MakerZine\\_Merge\\_Cube\\_Gabarito.pdf](https://www.makerzine.com.br/wp-content/uploads/2020/01/MakerZine_Merge_Cube_Gabarito.pdf).

<sup>3</sup> Merge Explorer é um aplicativo Android desenvolvido pela Merge EDU, disponível gratuitamente na categoria Educação e Referência. Este aplicativo requer um Merge Cube e um smartphone ou tablet para ser experimentado, que podem ser adquiridos no site do Merge Cube.

<sup>4</sup> É parte do Merge Explorer servindo exclusivamente para navegar pelo sistema solar, tendo acesso aos planetas, luas, o Sol, satélites naturais e o cinturão de asteroides, bem como as principais propriedades dos elementos do sistema solar.

Ryan e Deci (2017) pois afirmam que a motivação extrínseca é aquela que se desencadeia por elementos fora do indivíduo tais como incentivos, apreciação ou penalidades. Quando alguém é impulsionado extrinsecamente, seu foco reside na consecução de um desfecho particular, seja conquistar uma medalha, uma nota, obter um reconhecimento ou esquivar-se de uma sanção (RYAN; DECI, 2017. Apud STURDANT, 2022).

Nesta etapa, que representa a **tomada de posição**, o professor orienta os alunos que eles deverão confeccionar o Cubo Merge usando tesoura e cola, anteriormente exigido para a aula e que em seguida eles farão uma conta no Merge Explorer para navegar pelo sistema solar num ambiente de Realidade Aumentada.

Antes de seguir para a maturação é importante detectar se os alunos possuem o conhecimento necessário para aprender o novo conteúdo, ou seja, nesse caso refletir se os alunos possuem a capacidade para operacionalizar o aplicativo Merge Explorer contribuirá para o desenvolvimento das aulas, visto que o aplicativo será uma ferramenta colaborativa com a sequência didática em questão. O diálogo entre o professor e os alunos é de suma importância para a construção do novo saber, uma vez que compreender como iniciar um determinado assunto em colaboração com os alunos auxilia na construção de saberes mais significativos, e esses conhecimentos pré-requisitos para a obtenção do novo aprendizado é definido na SF como *Plateau* (BEZERRA, 2018).

A partir do breve diálogo com os alunos percebeu-se a necessidade de mostrar alguns aspectos sobre o aplicativo para que os alunos pudessem acessar e a partir desse estágio inicial realizar novas descobertas. Assim, um breve tutorial de como maneira de criar conta e logar no aplicativo, imagem da planificação e da forma tridimensional do Merge Cube foi mostrado em forma de slides na tentativa de inserir o *Plateau* completamente. Na inserção do *Plateau* na sequência didática, tem-se que:

No momento da elaboração da sequência didática pelo professor, o plateau se destaca como importantíssimo elemento de iniciação à investigação e reflexão, por duas grandes razões; primeiramente, por formatar e consolidar o que de primordial deve ser entendido por todos, para que as demais ações se desenvolvam e obtenham êxito, e segundo, por desencadear um processo intermitente de reflexões, partindo de algo já compreendido pelos alunos e sabiamente explorado pelo professor em forma de provocações e desestabilizações típicas de uma salutar construção de conhecimentos (BEZERRA, 2017, p. 56).

Foi nessa perspectiva que a orientação sobre o uso do aplicativo foi coordenada, como elemento fundamental para o alcance do objetivo da aula com o objetivo de provocar a curiosidade dos discentes.

Para finalizar a (**Tomada de Posição**) dos problemas foi proposto aos alunos: vocês irão confeccionar três modelos do Merge Cube em no máximo 30 minutos. – Em seguida vocês irão criar uma conta no Merge Explorer e navegar pelo aplicativo listando no caderno as funcionalidades do aplicativo no que se refere a conceitos de astronomia e o sistema solar.

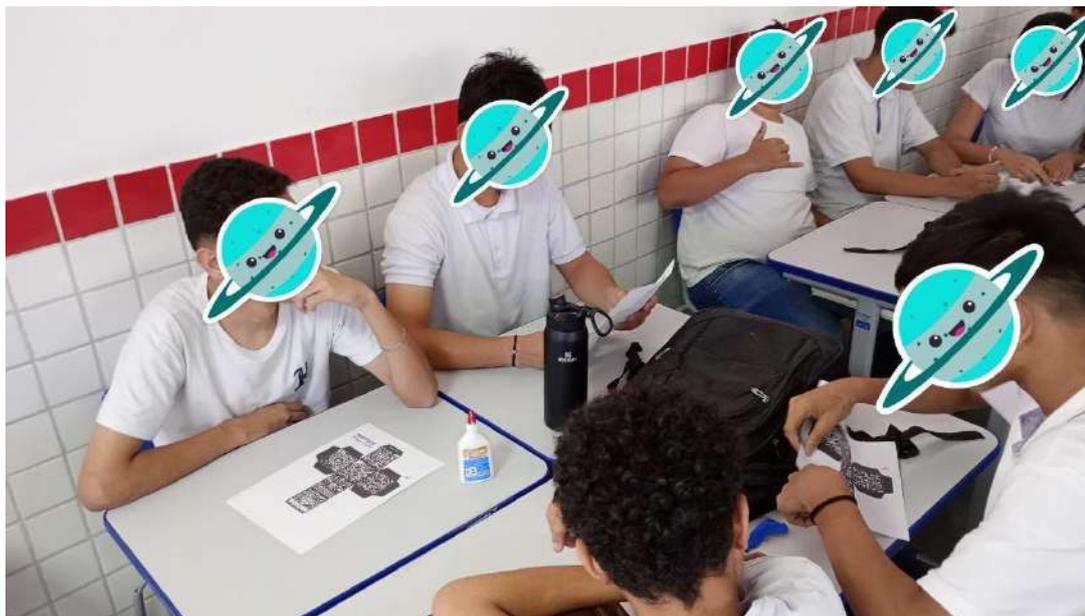
É importante destacar que esta atividade de confecção e introdução ao aplicativo Merge Explorer se configuram como ferramentas de suporte para o delineamento da sequência didática em questão, ou seja, nas aulas seguintes, inicialmente nesta os alunos utilizarão o Merge Cube bem como o aplicativo de RA para adquirir conhecimentos sobre a astronomia do sistema solar.

Dividida nas oito equipes, a classe inicia o processo de resolução dos problemas, começando por confeccionar o Merge Cube. Esse momento, chamado de maturação, permitiu aos alunos a imersão no trabalho de solucionar os problemas propostos. Dentro do tempo determinado, todas as equipes confeccionaram os Merge Cubes e iniciaram o processo de investigação do aplicativo por RA. Foi interessante como eles se engajaram na atividade e discutiam, trocavam informações e indagavam através de hipóteses, como também questionamentos que requerem do professor uma orientação.

Para Borges Neto (2007), esta etapa é crucial para romper com o modo tradicional de ensino à medida que coloca os discentes na responsabilidade de amadurecer o problema, comparando, organizando o que se descobre na tentativa de alcançar uma solução. Ainda nas concepções do autor e reforçando o uso da RA, Borges Neto afirma que softwares computacionais permitem que os alunos tenham autonomia para ensaiar previsões, se comportando de forma autônoma ao buscar solucionar os problemas a partir de construção de hipóteses e conseqüentemente testes com as TICs para comprovações (BORGES NETO, 2007).

Foi dessa forma que os discentes se comportaram e o professor na condição de mediador coordenou o processo de aprendizagem fazendo uso dos princípios da SF. Por exemplo: um dos integrantes da equipe Magnetar, durante a operacionalização do Galactic Explorer, questionou: – Professor, como chega ao sistema solar? Na condição do professor - mediador realizou-se a seguinte pergunta: – Você já leu o que está escrito na introdução do aplicativo? Ao passo que eles iam navegando pela RA do sistema solar, tiravam suas próprias conclusões e realizavam anotações com intuito de chegar à solução desejada.

**Figura 5.2** - Equipes Star Five e Via Láctea confeccionando o Merge Cube.



Fonte: Autor (2023)

O uso da RA na educação tem tomado proporções crescentes, tornando-se uma tecnologia importantíssima para o ensino e aprendizagem, visto que o aluno ao utilizar determinada tecnologia sai da posição de espectador para tornar-se usuário, participante ativo no processo (GARCIA, 2023, p. 64).

Nessa perspectiva o uso da RA para ensinar sobre o sistema solar corrobora com a proposta da SF, principalmente no que se refere a etapa da maturação já que para Rodrigues (2017) é na maturação que o próprio aluno executa a atividade na busca responder aos problemas propostos, ou seja, os alunos agem ativamente, manipulando dados de aplicativos discutindo nos grupos sobre as variáveis e questões envolvidos na aprendizagem (RODRIGUES, 2017, p. 75).

Dando prosseguimento com o segundo encontro, os alunos iniciaram, após 20 minutos de maturação, a apresentação de seus modelos, descobertas com uso do aplicativo de RA. Neste momento da aula as equipes compartilharam com a classe suas respostas (a **solução**). Foi interessante como os alunos relataram algumas funções do Gálgactic Explorer e comentaram sobre conceitos do sistema solar. Um grupo relatou que através do aplicativo era possível comparar os tamanhos dos planetas. Inclusive uma outra equipe interferiu afirmando que Vênus era do mesmo tamanho da Terra. Neste momento o professor interferiu fazendo a seguinte pergunta:

– Como assim Vênus é do mesmo tamanho da Terra?

E prosseguiu com um contra exemplo:

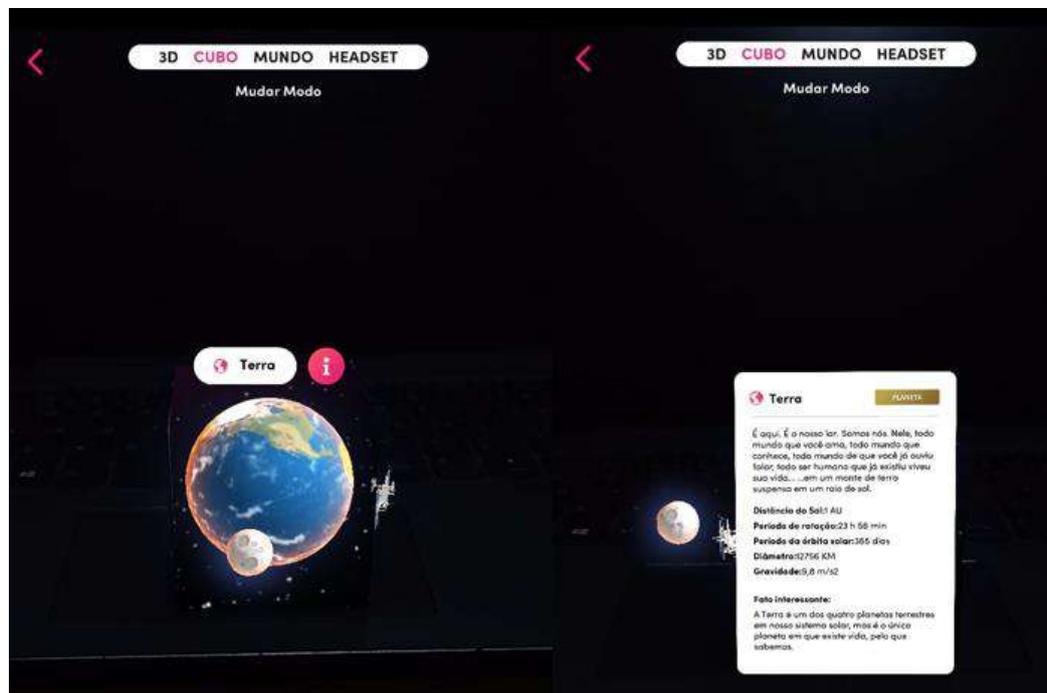
– Se eu pegar duas circunferências, uma com 10 cm de diâmetro e outra com 9,9 cm de diâmetro, mostrando aqui na frente da lousa, vocês conseguiriam distinguir qual é a maior?

Para Rodrigues (2017) situações como esta incentivam o desequilíbrio intelectual do aluno, fazendo com que o mesmo reavalie suas hipóteses e assim esclareça conceitos, promovendo o aprendizado.

Por fim, o professor realizou uma revisão (a **prova**) pelo aplicativo Galactic Explorer esclarecendo alguns conceitos e funcionalidades do aplicativo, inclusive a comparação entre Vênus e Terra pedindo para que os mesmos acessassem os seus smartphones, abrissem o aplicativo, clicarem na Terra e verificassem a informação sobre seu tamanho (diâmetro) e em seguida fizessem o mesmo com Vênus formalizando assim conceitos investigados na *maturação*, discutidos na *solução* e formalizados na *prova*.

Na Figura 6.3 a interface do aplicativo tem a finalidade de busca de informações sobre os planetas do sistema solar.

**Figura 5.3** - Interface do aplicativo Galactic Explorer



Fonte: Autor (2023)

Assim o professor finalizou o segundo encontro ao mostrar e conduzir a *prova*. É importante salientar como os alunos mantiveram-se engajados e motivados no decorrer a

aplicação da Sequência Fedathi, e a maneira como as quatro etapas da SF foram desenvolvidas nesta aula para proporcionar o aprendizado condiz com o que pensa Santana e Borges Neto:

Para ancorar as quatro etapas de ensino da Sequência Fedathi se faz necessária a Pedagogia “mão no bolso”, propiciando ao professor atenção, segurança e ousadia para quando intervir (e se deve fazê-lo) a partir do que vai acompanhando na realização de atividades propostas aos alunos com a “mão na massa”. Pensar a “mão no bolso” como uma pedagogia é provocar ao professor a reflexão sobre os processos de construção do conhecimento, a partir da sistematização do ensino e da aprendizagem a partir dos alunos. Mais que apoderar-se do mouse e do teclado, ou dar sequências de passos aos alunos para chegarem ao que ele espera, é assumir um papel de mediador consciente de sua ação durante a Sequência Fedathi (SANTANA; BORGES NETO, 2019, p. 162).

Ao considerar essa perspectiva, entende-se que a pedagogia da "mão no bolso" enfatiza a importância da participação ativa dos alunos na construção do conhecimento, enquanto o professor atua como um mediador desse processo. Isso destaca a necessidade de os professores estarem atentos e preparados para intervir de forma adequada, promovendo assim uma aprendizagem mais significativa. A abordagem "mão no bolso" incentiva os educadores a se afastarem de uma postura meramente diretiva e a adotarem uma abordagem mais colaborativa e reflexiva em sala de aula.

### **5.1.3 Terceiro encontro**

Este terceiro encontro teve como ponto central da aula realizar uma introdução conceitual sobre o sistema solar usando a RA, os princípios da SF e, quando necessário, foi feita consultas em materiais impressos do livro ABCD da Astronomia. A aula iniciou-se com o professor realizando uma breve revisão sobre a aula anterior. Inclusive, apresentou o resultado das primeiras postagens das equipes, reforçando que postar os conteúdos das aulas no *Instagram* é um elemento importante para a aplicação do projeto.

Na perspectiva de Silva e Serafim (2016), as redes sociais vêm sendo usadas adequadamente e podem contribuir de maneira relevante ao trabalho pedagógico do professor já que o uso deste tipo de tecnologia aplicada adequadamente favorece a interação e socialização dos projetos desenvolvidos na escola. O pensamento das autoras corrobora com os fatos vivenciados pelo professor e alunos a partir da postagem inicial por todos os grupos e pelo engajamento do público.

**Figura 5.4 - Interface do Instagram da equipe Celeste.**



Fonte: Instagram (2023)

Na Figura 5.4 é registrado o post da equipe Celeste em que é perceptível a responsabilidade dos alunos em construir o texto sobre o que foi trabalhado na aula, e ao mesmo tempo, em que buscam o engajamento do público, tendo mais de 160 curtidas e vários comentários.

Após esta breve análise da aula anterior, o professor dá seguimento ao objetivo do terceiro encontro apresentando aos alunos o problema (**tomada de posição**): Construam uma teoria que explique o surgimento do sistema solar e descreva os objetos que compõem o nosso sistema solar. Neste momento, alguns questionamentos verbais foram realizados para a descoberta do *plateau* e percebeu-se que os alunos tinham muitas dúvidas quanto ao significado da teoria, conceito importantíssimo para a **maturação** do problema e sobre a futura **solução** do mesmo. Foi então que através da apresentação em slide o professor apresentou definições e exemplos sobre o conceito, levando os alunos a compreensão.

No processo da investigação dos alunos em sala de aula o *plateau* é um elemento essencial para que os estudantes tenham êxito na pesquisa e o professor no papel de orientador deve criar a base comum a todos para a compreensão dos conceitos por parte dos alunos (SANTOS *et al*, 2016. *Apud*, BEZERRA, 2017, p. 53).

Após este breve momento, a classe se organizou em suas equipes para a busca da resolução para o problema proposto (**maturação**). Usando o aplicativo de RA Galactic Explorer e material impresso, os alunos se debruçaram sobre o problema na tentativa de solucioná-lo. Durante a aplicação das etapas da SF, e especificamente na aplicação deste produto, enxerga-

se essencial esta etapa de *maturação*. Um aspecto importante desta etapa é o fato da interação entre pares, da discussão de conceitos nos grupos que motiva diálogos cognitivos intencionistas no processo de ensino e aprendizagem, como afirma Mizukami:

O trabalho em grupo, a discussão deliberada em comum, não só é condição para o desenvolvimento mental individual, para a autonomia dos indivíduos, como também o é para a superação do egocentrismo natural do comportamento humano, [...]. Deve-se, pois, enfatizar as sociedades, os agrupamentos infantis autônomos, para que o mecanismo social do respeito mútuo, da troca de informações e pontos de vista, base da cooperação, possa ser desenvolvido, como se cada indivíduo tivesse uma parcela da autoridade (MIZUKAMI, 1986, p. 79).

Foi neste contexto que o processo de maturação foi conduzido e, o professor além de coordenar os conflitos de ideias também observa o comportamento dos alunos a fim de identificar sinais de aprendizagem. Um diálogo interessante que surgiu no grupo Bellatrix foi levantado pela Aluna 3 ao encontrar no aplicativo Merge Explorer uma simulação<sup>5</sup> da origem do sistema solar, ela levanta para os colegas a expressão: – Olha isso! Professor, o que é isso? E mostra o aplicativo. Um dos colegas afirma ser a Terra sendo formada, outro diz ser o universo. O professor, mediador no processo, questiona: – O que vocês estão procurando? Vocês já leram o material que forneci? Observem a simulação até o final. O que vocês veem? Mizukami (1986, p. 79) afirma que “O ambiente no qual o aluno está inserido precisa ser sempre desafiador, promovendo sempre desequilíbrios”. A ideia do desequilíbrio colocada por Neto et al (2021) como maneira de consolidar os modelos cognitivos nos alunos. Desta forma o professor foi guiando os estudantes no caminho do aprendizado durante esta fase de *maturação*.

**Figura 5.5** - Momento de partilha com a classe das soluções (**Solução**) da equipe Magnetar



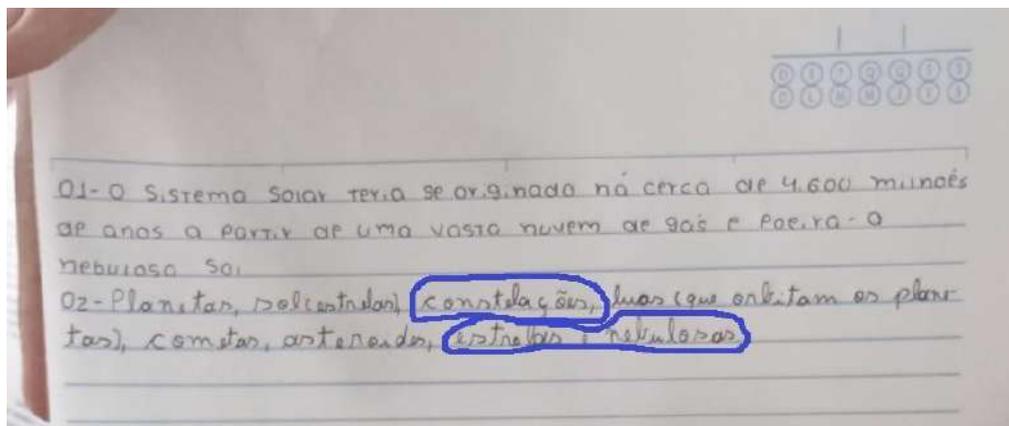
Fonte: Autor (2023).

<sup>5</sup> Simulação em Realidade Aumentada no Merge Explorer publicada no Instagram da equipe Bellatrix durante a maturação da aplicação da aula. Disponível em: [https://www.instagram.com/p/Cywq30uqdd/?img\\_index=1](https://www.instagram.com/p/Cywq30uqdd/?img_index=1). Acesso em 09 de Janeiro de 2024.

Nesta terceira etapa da aula os alunos compartilharam com a classe as respostas (**Solução**). Cartazes foram confeccionados e apresentados para a turma e durante as apresentações foi reforçado hipóteses, reelaboração de ideias e reforço de conceitos e informações, como foi mostrado o caso da equipe Magnetar na Figura 5.5.

Este momento foi proveitoso para o aprendizado dos alunos, ao terem liberdade para expor as ideias e, ao mesmo tempo liberdade para aqueles que assistiam aos demais apresentando interferir, fazendo questionamentos ou elaborando conclusões acerca do assunto envolvido na apresentação. Por exemplo, a equipe Os Marcianos, ao expor sobre os elementos componentes do sistema solar, colocou em questão que constelações compunham o nosso sistema solar, bem como as estrelas. Uma das integrantes da equipe Netuno pediu a fala e questionou: – Professor, constelação faz parte do sistema solar? Neste momento, o professor interfere e responde com outra pergunta: – E o que é uma constelação? Alguém da turma saberia responder? Um dos integrantes da equipe Star Five respondeu que constelação é um conjunto de estrelas. O momento foi oportuno para que o professor utilizasse o erro da turma que estava apresentando para reforçar a ideia de sistema planetário e especificamente sobre nosso sistema solar.

**Figura 5.6** - Modelo de resposta para o problema. Equipe Os Marcianos.



Fonte: Autor (2023).

Na Figura 5.6, está grifado um equívoco na resposta do problema proposto. Porém, fazendo uso dos princípios da SF, o professor levantou discussões para debate e usou o erro dos alunos para provoca-los a repensarem suas respostas. Sobre essa etapa, Soares (2017, p. 112) afirma:

A postura do professor ao longo desta etapa situa-se na mediação pedagógica realizada ao longo de toda a exposição trazida pelos alunos, questionando-os sobre as escolhas realizadas, confrontando exemplos trazidos pela turma e utilizando possíveis erros, como contraexemplos para as intervenções.

A autora coloca que a ação do professor deve transpor o apontamento dos erros cometidos pelos alunos. Para ela o erro é uma forma de transformar os conceitos formulados anteriormente, potencializando a prática pedagógica (SOARES, 2017, p. 111-112).

Nesta etapa da *prova* o professor apresentou aos alunos as definições formais sobre o sistema solar, teorias mais aceitas sobre seu surgimento e mostrou os elementos que compõem o nosso sistema solar. Para Soares (2017), este é o momento pelo qual o professor deve voltar às mesmas discussões levantadas na etapa anterior a fim de formalizar o conhecimento elaborando com a participação de todos. Para a autora:

Outro ponto relevante para esta etapa diz respeito à ressignificação das tomadas de posição, realizadas no início da Sequência Didática. Este processo é importante para os alunos, na medida em que confrontam os saberes organizados ao longo do processo, e também para o professor, tendo em vista que pode refletir sobre sua postura nas intervenções realizadas, bem como sobre o alcance ou não de seus objetivos (SOARES, 2017, p. 113).

Estas considerações apresentadas pela autora sobre a postura do professor durante a etapa da prova na SF traduz a realidade, a vivência do professor ao mediar o desenvolvimento das etapas da SF. Por fim, o professor encerrou o encontro reforçando o conhecimento produzido pela classe, confrontando os erros de forma que os mesmos sejam submetidos a importâncias tanto quanto os acertos e produzindo feedbacks sobre o comportamento e aprendizagem dos alunos como também da prática pedagógica do professor.

### **5.1.5 Quarto encontro**

Este quarto encontro teve como objetivo central realizar um estudo mais aprofundado dos planetas rochosos, os chamados planetas telúricos. Como na aula anterior o professor inicia fazendo uma breve apresentação do resultado das postagens, realizando feedbacks gerais e comenta que será necessário produzir novamente conteúdo para postar.

Enfatizar as postagens motiva os estudantes para a aula despertando nos mesmos a vontade de aprender o conteúdo. A “vontade de aprender” alguma coisa é colocada por Bruner como essencial no processo educativo, como segue:

A escola demanda uma regularidade e uma nitidez além do que a criança já conhece. Ela requer um controle e uma imobilidade que nunca foi pedida à criança, sendo frequente a escola colocá-la em uma posição onde ela não sabe se sabe ou não e não tem indicação imediata de ninguém para saber se está no caminho correto. O mais importante, talvez, seja que a escola está longe de casa, com todas as implicações em ansiedade, desafio ou alívio. Em consequência deste problema “a vontade de aprender” se torna importante, de fato, de forma exagerada (BRUNER, 2006, p. 120).

Então logo no início da tomada de posição, comentar sobre as postagens insere nos alunos uma porção que Bruner chama de “motivação extrínseca”.

Na apresentação do problema, o professor realiza alguns questionamentos para verificar o *plateau* com objetivo sondar o nível em que a classe se encontra a fim de definir um patamar de conhecimentos comum e necessário para o aprendizado da turma (FELÍCIO; MENEZES; BORGES NETO, 2021, p. 136).

Em seguida o problema (**tomada de posição**) foi proposto, ou seja, o desafio atribuído aos alunos, a classe, organizada em equipes de trabalho, usando o Galactic Explorer e materiais (textos) impressos e pesquisas na internet iriam classificar os planetas rochosos e as principais características, expondo-as em modelo de desenhos ou mapa conceitual transcrito no caderno. Neste momento é importante a postura do professor ao lançar o problema para os alunos no sentido de desafiá-los com o propósito de despertar a curiosidade pelo que se objetiva aprender. Neste sentido, esta curiosidade transforma-se numa motivação intrínseca que segundo Bruner é um dos elementos importantes para o aprendizado (BRUNER, 2006).

**Figura 5.7** - Etapa da tomada de posição pelo professor.



Fonte: Autor (2023)

Dando sequência a aula a etapa da maturação, inseriu os alunos numa situação de pesquisadores. Motivados pela resolução do desafio eles se debruçaram sobre o problema e levantaram vários questionamentos sobre o objeto de estudo. Goi e Santos (2018), defendem o uso de atividades de resolução de problemas nas aulas de ciências para ensinar os conceitos científicos. Para as autoras, a resolução de problemas é um campo metodológico e psicológico do ensino de ciências. Além disso, uma metodologia de ensino permite que os alunos trabalhem em situações motivadas, criem concepções científicas adequadas e desenvolvam atitudes científicas nas aulas de ciências.

**Figura 5.8** - Recortes de momentos da classe no processo de maturação.



Fonte: Autor (2023).

Aliada a ideia de resolução de problemas o uso da Realidade Aumentada e das TICs durante esta etapa contribuíram bastante para uma aprendizagem efetiva, Bruner reforça o conceito de domínio do conhecimento da seguinte forma:

A estrutura de qualquer domínio do conhecimento pode ser caracterizada de três formas, cada uma delas afetando a capacidade do aprendiz de dominá-lo: o modo de representação no qual ele é colocado, sua economia e seu poder efetivo. Modo, economia e poder variam em relação a diferentes idades, estilo entre os aprendizes e tipos de assunto. Qualquer domínio do conhecimento (ou qualquer problema compreendido no domínio do conhecimento) podem ser representados de três formas: por uma série de ações apropriadas alcançando certo resultado (representação operativa); por um conjunto de imagens ou gráficos que represente um conhecimento sem defini-lo totalmente (representação icônica); [...] (BRUNER, 2006, p. 55-56).

Neste contexto, os planetas rochosos foram apresentados aos alunos num modelo de imagens, diagramas de RA e conceitos teóricos, este último é definido por Bruner (2006, p. 56)

como *representação simbólica*. Nesta etapa a interação entre pares, o uso da RA e das TICs tiveram papel importante para o desenvolvimento cognitivo dos alunos. Um aluno da equipe Belatrix por exemplo, fez o seguinte questionamento: – o que um objeto celeste deveria ter para ser considerado planeta? No propósito de fazê-lo maturar usei os princípios da pergunta e do contra exemplo para nortear o desenvolvimento do aluno e conseqüentemente da classe. Quais são as características comuns entre os planetas que vocês estão estudando? Verifique no aplicativo de RA ou em realidade virtual, leia sobre cada planeta que estamos estudando no material disponibilizado e veja o que é comum, essas características que se repetem possivelmente fazem parte do que conceitualmente define por regra um planeta.

Na etapa da solução percebeu-se uma ligação direta com a maturação. O mais interessante é que o conhecimento apresentado aos alunos (**maturação**) sequencialmente é reproduzido pelos mesmos na construção das respostas (**Solução**), a partir das pesquisas, discussões em grupo e com o uso da RA eles desenvolveram suas respostas fundamentando-se nas formas do domínio do conhecimento, representando os planetas por imagens e conceitos, ambos construídos pelos estudantes e que tanto a representação icônica (imagens dos planetas) quanto a representação na representação simbólica (termos e palavras conceituais sobre os planetas) contribuíram bastante para o domínio do conteúdo (BRUNER, 2006, p. 56).

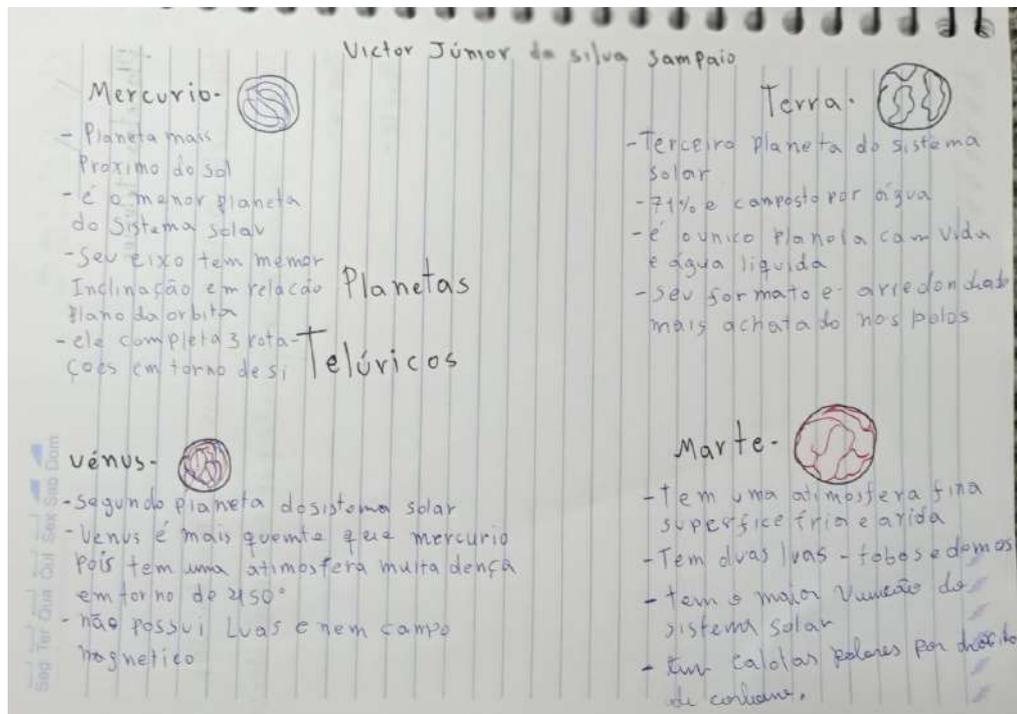
Representar o conhecimento adquirido por meio de mapa conceitual potencializa o aprendizado dos alunos e auxilia o trabalho do professor no que se refere a função de avaliar o aprendizado adquirido pelo aluno, no que afirma Correia:

As novas demandas formativas da sociedade do conhecimento exigem a busca por respostas inovadoras para transformar o ensino de graduação. Essa busca precisa valorizar a interação entre alunos e professor, visando à construção de estruturas de conhecimento em rede por meio da aprendizagem profunda. Os mapas conceituais tornam visíveis tais estruturas de conhecimento e, por isso, eles se mostram úteis no planejamento, na execução e na avaliação do processo de ensino-aprendizagem (CORREIA et al, 2016, p. 50).

Apesar dos autores terem desenvolvido a pesquisa que origina a citação acima especificamente para o ensino superior é possível encontrar efetividade da metodologia de ensino na educação básica. Ao que afirma Santos et al (2021) Os mapas conceituais valorizam a reconstrução dos saberes a partir da integração de conhecimentos em relação a um tema colocado em pauta. Isso significa que os mapas permitem que os estudantes visualizem as relações conceituais do conteúdo, o que facilita a compreensão e a memorização do mesmo.

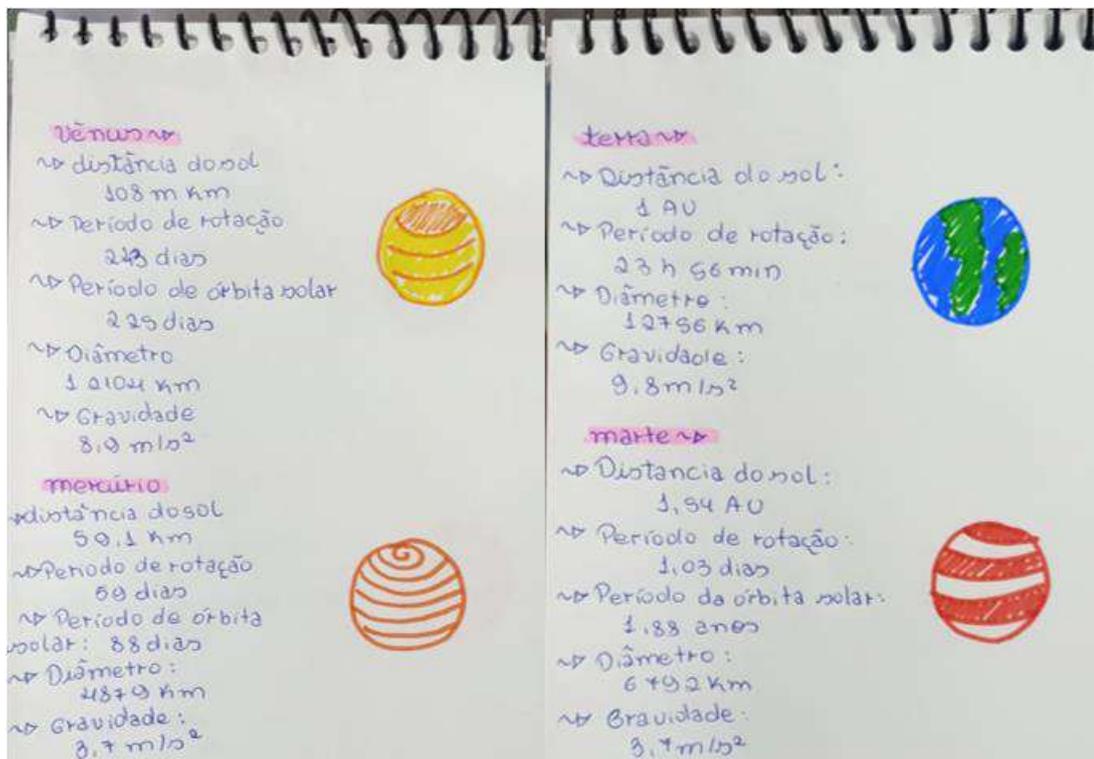
Nas figuras 6.9 e 6.10 é possível verificar as representações dos planetas rochosos elaboradas pelos alunos das equipes Magnetar e Star Five.

Figura 5.9 - Solução dada por um aluno da equipe Magnetar.



Fonte: Autor (2023).

Figura 5.10 - Solução dada por um aluno da equipe Star Five.



Fonte: Autor (2023).

Finalizando a aula com a formalização dos conceitos esta etapa da prova se propôs em reforçar os conceitos apresentados pelos alunos na solução e ao mesmo tempo reorientar equívocos conceituais cometidos pelos alunos. No que afirmam Bezerra, Borges Neto e Santos:

No momento da sistematização dos conceitos, ou na fase da Prova, os alunos formularam que; há uma variedade de manifestações do raciocínio matemático que podem ajudar na realização de um planejamento mais extensivo à forma como os alunos pensam sobre determinado conteúdo matemático. Assim, o que antes vagava no campo das hipóteses não confirmadas, passou a ser conhecimentos já adquiridos e consolidados, pois possivelmente, o que fora elaborado passou a ser um novo marco de discussões, ou seja, um novo e mais elaborado elemento que subsidiará o *plateau* de uma nova sessão didática (BEZERRA; BORGES NETO; SANTOS, 2023).

Pode-se afirmar então que a etapa da prova proporciona aos estudantes diversificações na maneira de pensar suas soluções, contribuindo para um olhar mais aprofundado e coerente do assunto abordado além de contribuir para um *plateau* mais estruturado para a próxima aula visto que muito do que foi colocado em discussão serviu de base para a continuidade da aplicação deste produto.

### 5.1.6 Quinto encontro

O quinto encontro aconteceu no dia 13 de novembro de 2023, e o objetivo da aula consistiu em compreender sobre os planetas gasosos e suas características. A aula foi iniciada com a apresentação do tema a ser estudado, dos resultados das postagens e uma breve recapitulação do que foi visto na aula anterior. Para Libâneo (2006), neste momento inicial da aula o objetivo do professor é estimular o julgamento dos alunos e incentivá-los a expressar suas próprias opiniões sobre o que aprenderam do conteúdo anterior. Às vezes, será necessário fazer uma breve revisão (recapitulação) da matéria ou corrigir conceitos ou habilidades que ainda não foram compreendidos.

Durante a revisão do assunto visto na aula anterior a verificação do *plateau* foi estabelecida a partir de questionamentos verbais. A compreensão de conceitos estudados na aula anterior se fez importante para a sequência do conteúdo trabalhado neste quinto encontro e à medida que se verifica o conhecimento necessário para a retenção do novo assunto o *Plateau* foi inserido tornando o novo aprendizado mais significativo. Nesta aula a **tomada de posição** iniciada com a verificação e conseqüentemente inserção do *plateau* é finalizada com a apresentação do problema a partir dos seguintes questionamentos: Quais os planetas gasosos do sistema solar? O que os diferenciam dos planetas rochosos? O fato de serem constituídos

por gases e ao mesmo tempo mais afastados do Sol tem correspondência com a formação do sistema solar ou é um evento casual?

A partir deste problema proposto os estudantes iniciaram a etapa da **maturação** neste encontro. Fazendo uso da RA e do material impresso dos livros “ABCD da astronomia” e “explorando o ensino da astronomia” os alunos se puseram a pesquisar, dialogar e questionar sobre os mais variados conceitos. Durante esta etapa, o professor se colocou no papel de observador, coordenador dos caminhos traçados pelos alunos na construção das soluções para o problema proposto. Este modelo de organização da aula e comportamento do docente corrobora com o que pensa Paulo Freire:

O que me interessa agora, repito, é alinhar e discutir alguns saberes fundamentais à prática educativo-crítica ou progressista e que, por isso mesmo, devem ser conteúdos obrigatórios à organização programática da formação docente. Conteúdos cuja compreensão, tão clara e tão lúcida quanto possível, deve ser elaborada na prática formadora. É preciso, sobretudo, e aí já vai um destes saberes indispensáveis, que o formando, desde o princípio mesmo de sua experiência formadora, assumindo-se como sujeito também da produção do saber, se convença definitivamente de que ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção (FREIRE, 1996, p. 12).

Nessa perspectiva que a aula foi conduzida e, principalmente nesta etapa da maturação, o professor preocupou-se em fornecer aos alunos condições para que por si próprios construíssem o conhecimento. No início desta etapa, por exemplo, o Aluno 8 questionou: Professor? Os planetas gasosos são constituídos somente de gás ou existe alguma matéria sólida em sua composição? –Você já verificou no aplicativo de RA ou no material impresso? pode ser que você encontre alguma resposta para sua dúvida. Já fez a leitura dos textos? Responde o professor fazendo uso do princípio da pergunta que na concepção de Soares e Nobre (2018), a pergunta é considerada um componente essencial na postura mediadora do professor em sala de aula visto que este princípio da pergunta auxilia o professor dentro da Sequência Fedathi na função de mediador, estimulando a reflexão nos alunos tanto durante quanto após a maturação. Na figura a seguir é apresentado os alunos maturando a solução do problema nesta aula.

**Figura 5.11** - Estudantes no processo de maturação durante o quinto encontro.



Fonte: Autor (2023).

Compreende-se pelos acontecimentos, que durante esta etapa da maturação o aprendizado se torna mais concreto ao passo que a organização da classe e o comportamento do professor proporcionam autonomia para os alunos. Responsabilizar os estudantes pelo seu aprendizado ajuda muito no processo do aprender. Comprometer-se com o processo de aprendizagem, o que ajuda a manter o foco. A concentração não se limita apenas à tarefa imediata em mãos, mas também abrange todas as conexões que a envolvem. Esses procedimentos são ativos e altamente pessoais, sendo cada indivíduo responsável por ativá-los e acessá-los (KHAM, 2013).

Após a busca pela solução do problema, os alunos compartilharam com o restante da classe suas respostas. Nesta etapa da aplicação da SF, a **solução** os alunos apresentaram suas soluções para os demais colegas de classe. Este momento foi riquíssimo em troca de ideias aprimoramento dos conceitos desenvolvidos na etapa da maturação. No passo que os alunos iam mostrando suas ideias nas resoluções construídas, questionamentos iam sendo expostos

pelos alunos que assistiam as observações dos colegas. Nesta etapa, a Aluna 1, por exemplo, fez uma pergunta e essa gerou um debate interessante.

ALUNO 1: – a massa interfere no valor da aceleração da gravidade do planeta?

PROFESSOR: – e o que significa a aceleração gravitacional de um planeta?

ALUNO 2: – é o peso das coisas.

PROFESSOR: – e quais parâmetros interferem no peso das coisas?

ALUNO 3: professor? Einstein falava numa deformação espaço tempo. Isso interfere na gravidade do planeta?

PROFESSOR: – mas você entende o que é essa deformação do espaço falada por Einstein?

**Figura 6.12** - Montagem do experimento com objeto de menor massa.



Fonte: Autor (2023).

Neste momento o professor teve a ideia de improvisar e explicar sobre a teoria da relatividade de Einstein, e explicou sobre a deformação do espaço e também do conceito de gravidade idealizado por Newton. Foi um improviso de ideias e de materiais.

[...] a gambiarra pode ser o ponto de partida para inovações mais complexas que, mediada pelo professor e na interação com os demais sujeitos educandos, transforma-se em produto. Não necessariamente estes momentos são sequenciais e deve-se atentar para que, nas situações pedagógicas, a gambiarra situacional seja captada, descrita e legitimada, buscando construir caminhos inversos, alternativos e complexos na transformação no conhecimento dialogicamente com e a partir dos estudantes, o que pode ser um íterim para a generalização científicas (SANTANA, 2019, p. 220).

A autora trata a gambiarra situacional como uma solução criativa para um problema, que este improvisado pedagogicamente compartilhado e dialogado com os estudantes pode se tornar uma significativa ferramenta educacional. Foi nesse contexto que juntamente com alguns alunos, um casaco, um tubo de corretivo e uma garrafa d'água mostrou-se conceitualmente a gravidade nas perspectivas da teoria de Einstein e de Newton. Nas figuras 6.12 e 6.13, uma mostra de como ocorreu a explicação dos conceitos diante da gambiarra para o fenômeno de como a massa interfere na gravidade.

**Figura 5.13** - Montagem do experimento com objeto de maior massa.



Fonte: Autor (2023).

É importante ressaltar que este não foi o único tema tratado durante a solução, o ponto principal foi apresentado e debatido com a classe no intuito de gerar conhecimento acerca dos conceitos propostos no tema da aula. Após amadurecer e refletir sobre o problema proposto, os alunos expõem justificativas para suas respostas ou propõem diversas abordagens a serem testadas e debatidas pelos colegas, que podem ter seguido trajetórias distintas. O professor oferece exemplos e contrapontos para avaliar a satisfação dos alunos ou identificar possíveis erros ou limitações, sendo necessário retornar à etapa anterior ou refazer o teste, se preciso (MENEZES, 2018, p. 93).

Menezes (2018) descreve esta etapa num processo de aprendizado no qual os alunos apresentam argumentos e alternativas, discutindo-os em grupo com o professor. O diálogo durante essa etapa é crucial, permitindo que os alunos expressem pontos de vista, justifiquem

respostas e considerem diferentes perspectivas. Com exemplos fornecidos pelo professor, promove-se a compreensão mais profunda do conteúdo. O retorno à fase anterior ou a revisão do teste permite que os alunos aprendam com seus erros, facilitando o aprimoramento das habilidades.

Este encontro é finalizado com a **prova**. O professor nesta etapa apresenta de maneira formalizada os conceitos trabalhados desde o início da aplicação da Sequência Fedathi neste encontro, ou seja, a partir de uma solução mais sistematizada para o problema proposto na tomada de posição o professor apresenta aos alunos uma solução mais formal para o tópico que motivou todas as etapas da aula. Na forma de apresentação de slides o professor expôs a classe uma sequência de conceitos acerca dos planetas gasosos e durante essa exposição surgem também oportunidades para novos questionamentos, toda a aula é interativa e dialógica. SOUSA (2015), afirma que é admirável que o educador se engaje com os estudantes nessa etapa, buscando estabelecer uma ligação entre os resultados alcançados por eles e os argumentos essenciais para a formalização do conteúdo.

**Figura 5.14** - Etapa da prova em que o ALUNO 4 pede para o professor verificar se sua solução é considerável em relação ao que foi apresentado.



Fonte: Autor (2023).

Este momento também é oportuno para o confronto de ideias, comparações de conceitos e reformulação de modelos de soluções, no instante em que o ALUNO 4 apresentou ao professor, no particular, sua solução para verificação foi também oportuno para quebrar a

timidez do mesmo e mostrar que sua ideia era relevante para o que se objetivava aprender. De acordo com Alves (2011) *apud* Menezes (2018), a maneira como o professor conduz a dinâmica pedagógica influencia a retenção de novos conhecimentos ao realizar revisões e verificações de componentes, que podem ter causado algum desentendimento.

Compreende-se que os estudantes nesta etapa não se limitaram a apenas participar da apresentação do problema pelo professor, como é comum em muitas aulas. Em vez disso, eles progrediram e desenvolveram um algoritmo para sustentar uma possível resposta. Isso facilita a compreensão da formalização da situação apresentada, permitindo ao professor explorar as semelhanças e diferenças entre as abordagens. Portanto, é esperado que o conhecimento tenha sido assimilado e que um avanço adicional no aprendizado tenha sido alcançado, fornecendo assim uma base sólida (MENEZES, 2018, p. 100).

### 5.1.7 Sexto encontro

Este sexto encontro ocorreu no dia 20 de novembro, numa segunda-feira, tendo como objetivo o estudo do cinturão de asteroides. A aula teve início com o acordo didático junto aos alunos. Quando os alunos se sentem pertencentes e protagonistas no processo de elaboração do acordo, eles ajudam a fazê-lo funcionar. Por isso, é fundamental que os professores e alunos se envolvam nesse processo (RODRIGUES, 2018). Neste sentido, Kham (2013) defende que para haver um aprendizado, o aluno precisa se responsabilizar pelo que ele deve aprender. Visto isso, o acordo didático foi traçado e o assunto da aula apresentado aos alunos.

Em todos os encontros, no ato da tomada de posição, sempre foi detectado o *Plateau*, através de questionamentos verbais, como: O que é órbita? Quantos planetas possuem o sistema solar? Quais são as posições de cada planeta ocupado no sistema solar? Além dos planetas, existem outros objetos no sistema solar? A partir desses questionamentos, o professor detecta se os alunos possuem cláusula conceitual para aprender o novo conteúdo. Segundo Santos, Borges Neto e Pinheiro (2019), o *Plateau* é o elemento norteador da aula e está relacionado ao conhecimento dos alunos que são necessários para iniciar um novo aprendizado.

A etapa da **Tomada de Posição** é iniciada com a apresentação do seguinte problema:  
- Existe risco de colisão de asteroides com a Terra? Existe um local no espaço específico onde esses objetos se concentram? Asteroide é o mesmo que cometa?

A situação desafiadora deve permitir uma discussão do conteúdo ou da atividade a ser desenvolvida que implique diretamente na forma como os alunos vão construir, interpretar, raciocinar e desenvolver seus conceitos da situação exposta. Compreender

bem a situação, possibilitará ao aluno estabelecer uma ação reflexiva que proporcione um processo investigativo em sala de aula (SILVA, 2018, p.82).

Neste sentido, a autora destaca a importância de criar situações desafiadoras na sala de aula incentivando os alunos a construir, interpretar, raciocinar e desenvolver seus próprios conceitos. Este método motiva os alunos no processo de aprendizagem, em vez de apenas absorver informações passivamente. Vale ressaltar que o professor pode apresentar uma situação escolhida por ele verbalmente ou por escrito (SANTOS, 2016; SOUSA, 2015 *apud* SILVA, 2018)

**Figura 5.15** - Tomada de posição: verbalização do problema.



Fonte: Autor (2023).

Levando em consideração as etapas da sequência Fedathi os alunos foram organizados em grupos de trabalho definidos desde o primeiro encontro. Nesta etapa da **Maturação** eles assumiram a responsabilidade de resolver as perguntas realizadas na etapa da Tomada de Posição tendo como fonte de pesquisa recortes do capítulo cinco do livro ABCD da astronomia, o Merge Explorer e quando oportuno o site da NASA. Gov.

A "maturação" refere-se à segunda fase da Sequência Fedathi. Essa fase dá aos alunos a chance de trabalhar de forma investigativa e encontrar uma solução para o problema apresentado pelo professor durante a tomada de posição. O termo "maturação" deriva do termo latino "*maturare*", que significa "amadurecer", e, no contexto da sala de aula, se refere ao

amadurecimento das ideias dos alunos (FONTENELE, 2018). Nesta etapa percebeu-se os alunos atuando com motivação e curiosidade, discutindo entre si sobre informações ou conceitos que abordavam o tema em questão.

Em um momento de investigação entre pares o Aluno 1 da Equipe Magnetar debateu com o Aluno 2 sobre a posição do cinturão de asteroides dentro do sistema solar, usando a RA do Galactic Explorer: – Olha aqui, tá vendo que isso aqui é o cinturão de asteroides, olha o caminho das pedrinhas ao redor do Sol. Em resposta a Aluna 3, do mesmo grupo pergunta: – e como tu sabes que isso é pedra e que os asteroides são de pedra? Aluno 1: – No texto que o professor deu tem falando que os asteroides são compostos de rocha e metal, olha aí, lá no final dessa primeira página.

**Figura 5.16** - Etapa da maturação: estudantes elaborando a solução do problema.



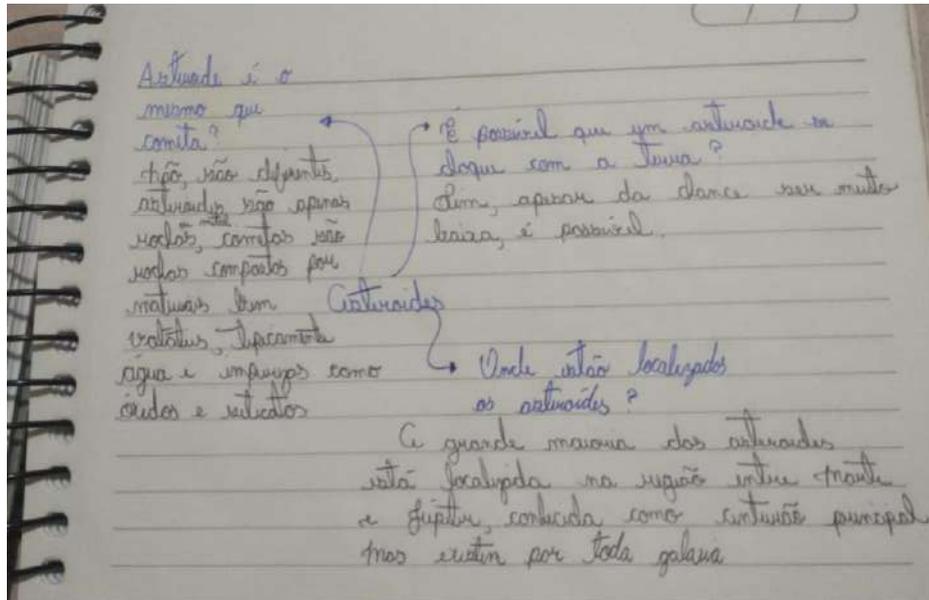
Fonte: Autor (2023).

Neste momento o professor age com a postura de observador e usa o princípio da “mão no bolso” à qual na aplicação da Sequência Fedathi pode ser mensurada tanto na teoria quanto na prática. Na prática ela propõe que o aluno seja ativo, pratique, execute a tarefa proposta estando o professor numa condição apta a mediar caso seja necessário (SANTANA, 2018). A postura do professor ao permitir que os estudantes amadureçam os conceitos permite a eles autonomia na produção do conhecimento, deixando o aprendizado significativo.

Na etapa da **Solução** os alunos foram motivados a compartilhar com a classe suas soluções com propósito de esclarecer o problema e gerar novas ideias. Menezes (2018) propõe que após a maturação, o aluno apresente seus argumentos de resposta do problema no intuito de serem comprovados e discutidos pelos colegas, que podem ter seguido caminhos diferentes.

O professor fornece exemplos e dá contraexemplos para verificar se os alunos obtiveram soluções satisfatórias ou se cometeram erros ou limitações, e eles devem, se necessário, retornar à fase anterior ou dar sequência ao percurso da aula.

**Figura 5.17** - Solução do Aluno 1 da equipe Os Marcianos.



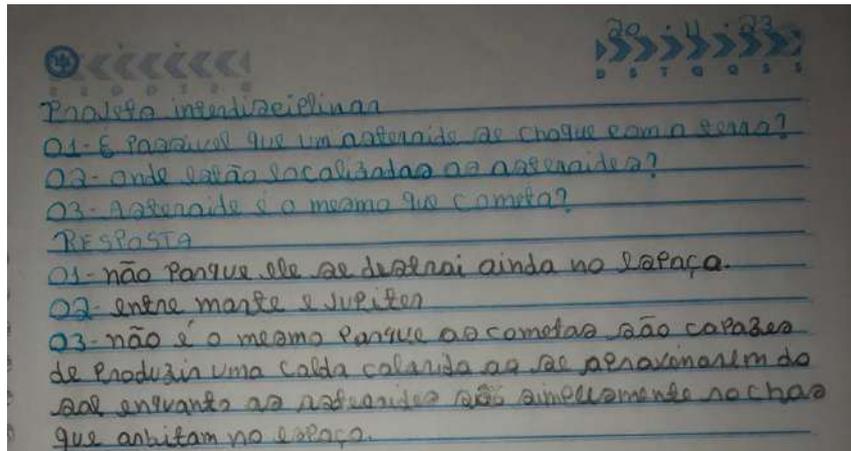
Fonte: Autor (2023).

**Figura 5.18** - Solução da Aluna 2 da equipe Belatrix.



Fonte: Autor (2023).

**Figura 5.19** - Solução da Aluna 3 da equipe Magnetar.



Fonte: Autor (2023)

O saber em questão começa a ser delineado cientificamente no momento da Solução, a qual pode ser apresentada de modo completa, superficial ou pouco elaborado, pois a atitude do docente em analisar os dados apresentados possibilita aos alunos uma visualização sistematizada e os torna conscientes da maneira mais coerente, ajudando-os a não incorrerem nos mesmos erros. Seria, então, uma maneira de aprender com os erros? Também, pois as estruturas cognitivas formadas por meio dos estudos das diversas respostas desenvolvem raciocínios que antes o aluno poderia não ser capaz de promover. Isso ocorre, no entanto, quando as competências didáticas e teóricas do professor convergem para a participação e entendimento dos alunos ao ser estruturada a Solução (MENEZES, 2018, p.96).

Com base nessas ideias de Menezes (2018), a Solução é muito importante no processo de aprendizagem. Esta etapa possibilita aos alunos visualizar sistematicamente os dados e compreender de forma coerente o tema abordado. A análise das respostas apresentadas não apenas ajuda os alunos a evitar erros, mas também contribui para o desenvolvimento de suas estruturas cognitivas e raciocínios. Portanto, aprender com os erros é uma parte integrante desse processo, uma vez que as competências didáticas e teóricas do professor desempenham um papel crucial na orientação e no entendimento dos alunos durante a fase de Solução.

Finalizando a última etapa da aplicação da SF neste sexto encontro o professor apresenta o tema da aula e seus conceitos científicos de maneira formal, é a **Prova**, em que Sousa (2015), apud Menezes (2018, p. 99) propõe um método eficiente do professor se comportar nessa etapa:

“Por isso, é louvável que o professor envolva os alunos nesse momento, procurando fazer uma conexão entre os resultados que eles apresentaram e os argumentos necessários à formalização do conteúdo. Ao perguntar, por exemplo, – *o que essas respostas têm em comum? Será que essas mesmas estratégias valem para a resolução de outro problema?* – o professor pode direcionar os alunos à formalização, à generalização de um modelo.”

Essa etapa da “Prova” é importante para fortalecer os conhecimentos adquiridos na fase da Solução uma vez que o professor levanta questionamentos ou afirmações acerca das respostas apresentadas, corrigindo rotas incoerentes, comparando modelos de respostas diferentes ou tratando de conteúdo e informações que não se fizeram presentes nas soluções apresentadas. Como exemplo, nesta etapa o professor necessitou de focar com mais apreço sobre o cinturão de Kuiper e sobre a nuvem de Oort, conhecimentos importantes e que não foram tão debatidos pelos estudantes.

### 5.1.8 Sétimo encontro

O sétimo e último encontro de aplicação da Sequência Didática ocorreu no dia 27 de novembro de 2023. Inicialmente, o professor agradeceu a todos que participaram até o momento da pesquisa. Após o momento de agradecimento, o professor realizou o “acordo didático” no sentido de deixar claro a importância desse último encontro. Foi explicado que eles iriam fazer um teste individual com uso da plataforma gamificada (Kahoot), mas que antes eles revisariam sobre todo o assunto trabalhado em sala de aula durante a aplicação do projeto. Assim, os alunos foram organizados em suas equipes e iniciaram o processo. Para aumentar o engajamento, foi proposto que uma equipe que realizasse o levantamento de 10 curiosidades relevantes sobre o sistema solar apresentasse para o restante da turma e ganhasse 500 pontos pelo cumprimento da tarefa. Foi programado um tempo limite de 20 minutos.

**Figura 5.20** - Momento da revisão instantes antes da aplicação do pós-teste.



Fonte: Autor (2023).

Na sequência os alunos foram direcionados ao laboratório de Informática para aplicação do pós-teste.

**Figura 5.21** - Momento da aplicação do pós-teste através da plataforma gamificada (Kahoot).



Fonte: Autor (2023).

A seguir, nas próximas seções será feita uma abordagem dos resultados obtidos da aplicação desta sequência didática, será realizado também uma análise do questionário de opinião e uma comparação das respostas dos questionários aplicados no pré-teste e no pós-teste. O objetivo desse método de análise dos resultados é conseguir identificar indícios de aprendizagem por parte dos estudantes.

## 6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS ELEMENTOS DE AVALIAÇÃO

As informações e resultados dessa pesquisa foram obtidos por meio de uma abordagem qualitativa com características de pesquisa-ação. O propósito foi avaliar tanto a receptividade quanto a eficácia da aplicação da Sequência Didática Sequência Fedathi inserindo a ela o uso da Realidade Aumentada e elementos da gamificação, este último sendo usado principalmente no processo avaliativo.

O processo iniciou-se com a aplicação de uma pesquisa de opinião, com o propósito de direcionar o desenvolvimento de uma abordagem metodológica significativa. Paralelamente, foi realizado um pré-teste envolvendo 10 questões relacionadas à astronomia do sistema solar, inseridas numa plataforma gamificada (Kahoot). O objetivo central era verificar o nível de conhecimento prévio dos indivíduos sobre o tema em questão, fornecendo uma base para a análise da eficácia da metodologia posteriormente aplicada.

Após a conclusão do período de instrução, um pós-teste utilizando as mesmas questões do pré-teste foi aplicado no intuito de comparar os resultados ao pré-teste com objetivo de avaliar a eficácia da metodologia em promover a aprendizagem e a manutenção do conhecimento sobre a astronomia do sistema solar.

### 6.1 Análise da pesquisa de opinião

Nesta seção será realizada a análise da pesquisa de opinião. O questionário que consiste em cinco perguntas relacionado ao uso das ferramentas de RA e de elementos da gamificação em estratégias didáticas consta no apêndice C, ao todo foram 39 alunos que participaram da pesquisa.

O objetivo da primeira pergunta foi verificar quantos alunos já tinham participado de uma atividade didática em que foi feito uso da Realidade Aumentada.

1) Você já participou de alguma aula usando Realidade Aumentada (RA)?

(A) Não.

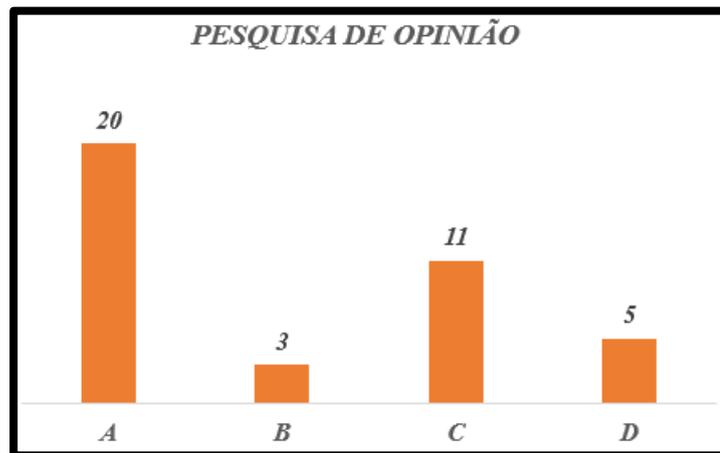
(B) Sim.

(C) Não lembro.

(D) Não sei do que se trata.

Ao analisar o gráfico da figura 6.1 nota-se que a grande maioria da turma nunca participou ou não se lembra de ter participado de atividades com uso da Realidade Aumentada para fins educativos. Veja que 20 alunos (pouco mais de 50%), responderam escolhendo o item A, 11 e 5 responderam em C e D respectivamente. Esse dado é significativo para a aplicação da Sequência Didática uma vez que a RA cria situações de motivação pela aprendizagem (BACCA *et al*, 2019).

**Figura 6.1** - Gráfico do resultado da pergunta 1: pesquisa de opinião.



Fonte: Autor (2023).

A segunda pergunta do questionário de opinião teve como objetivo avaliar o olhar do estudante quanto a sua disposição para aprender e/ou estudar determinado conteúdo.

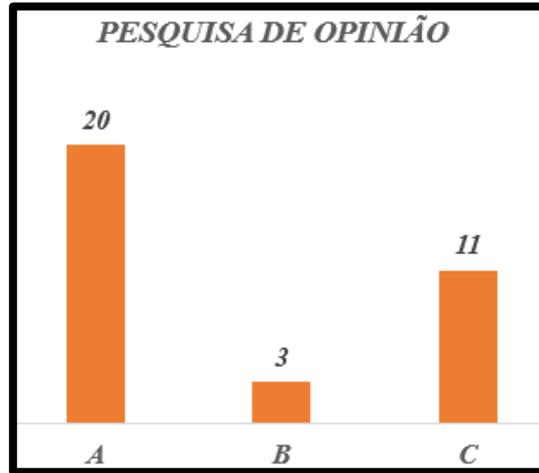
2) No que se refere à sua disposição para aprender determinado conteúdo o que mais influencia, é:

- (A) Ambiente de aprendizagem (espaço físico).
- (B) Conteúdo a ser aprendido.
- (C) Metodologia do professor.

Na pergunta 2, como pode ser comprovado pela figura 6.2, os alunos consideram altamente relevante para o aprendizado a metodologia usada pelo professor para trabalhar determinado conteúdo, fica evidente ao ver que dos 39 alunos participantes 23 afirmaram ser a metodologia do professor o fator mais influente para o aprender. Para Castoldi e Polinarski (2009), uma metodologia de aula com recursos didático-pedagógico adequado induz a participação ativa dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem e ainda preenche

espaços vazios deixados pelo ensino por abordagem tradicional.

**Figura 6.2** - Gráfico do resultado das respostas à pergunta 2: pesquisa de opinião.



Fonte: Autor (2023).

Na pergunta 3 o objetivo se concentrou em detectar o elemento que mais influencia os alunos pelo estudo de determinado conteúdo. Foi colocado em evidência quatro elementos para que eles pudessem expor os desejos e opiniões sobre o tema.

03) Qual dos elementos a seguir mais influência para seu engajamento em uma atividade escolar desenvolvida em sala de aula?

- (A) Uma recompensa.
- (B) Um desafio proposto.
- (C) Uma disputa entre equipes.
- (D) O próprio aprendizado.

O resultado das respostas dos alunos mostradas na figura 6.3 retrata a importância de um dos elementos da gamificação (recompensa) na aplicação de uma metodologia didática. Apesar de ter havido mais equilíbrio entre os tipos de escolhas disponíveis, um número maior de alunos, consideraram a recompensa como mais influente, nas demais possibilidades de escolhas houve praticamente um empate.

**Figura 6.3** - Gráfico das respostas à pergunta 03: pesquisa de opinião.



Fonte: Autor (202).

A pergunta 04 desta pesquisa de opinião teve como objetivo coletar informações sobre o conhecimento dos alunos a respeito da astronomia mesmo que de forma superficial sabendo apenas se já haviam estudado sobre o tema em algum estágio da vida escolar, só o fato de lembrarem ou não já pode revelar algo a respeito.

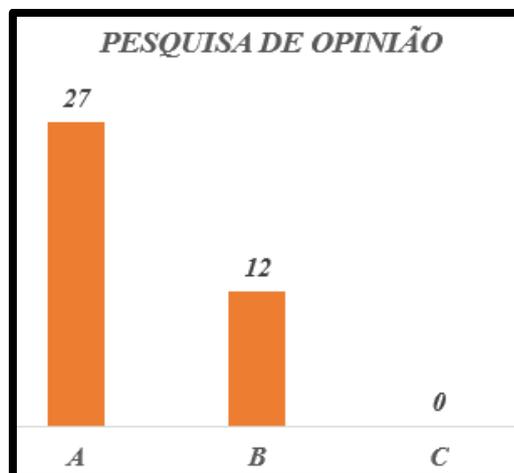
04) Você já estudou sobre algum tema de astronomia no ensino fundamental?

(A) Sim.

(B) Não.

(C) Não sei do que se trata astronomia.

**Figura 6.4** - Gráfico com respostas à pergunta 04: pesquisa de opinião.



Fonte: Autor (2023).

Percebe-se com as respostas mostradas na Figura 6.4 que todos os estudantes sabem do que se trata o estudo da astronomia, já que nenhum aluno respondeu escolhendo a letra C. Outro resultado relevante é que a grande maioria respondeu que já havia estudado algo sobre o tema, no decorrer da descrição dos resultados será feita uma ressalva ao analisar as respostas do pré-teste.

A quinta e última pergunta da pesquisa de opinião objetivou detectar o nível de conhecimento dos alunos sobre os conceitos da astronomia do sistema solar, mesmo que a pergunta tenha sido autoavaliativa ela foi importante para a tomada de decisão e análise de outros dados da pesquisa em si. Essa ideia corrobora com o pensamento de Prado (2019) que afirma ser a autoavaliação um instrumento que permite ao aluno tomar consciência do seu conhecimento, de suas dificuldades de aprendizagem e do que necessitam fazer para superar.

05) Defina seu nível de conhecimento sobre a astronomia do sistema solar.

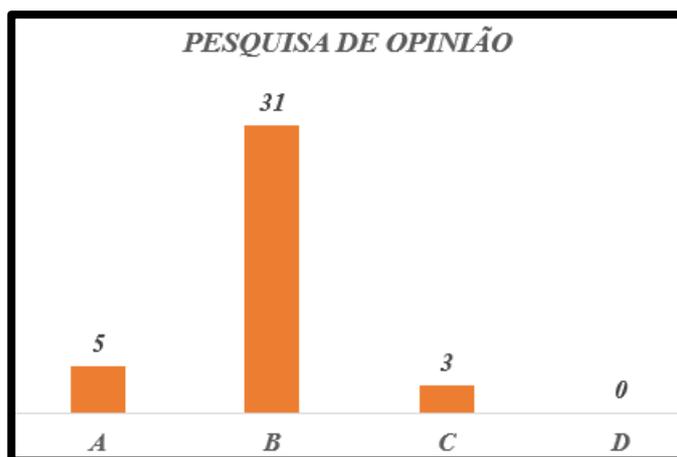
(A) Muito pouco.

(B) Pouco.

(C) Razoável.

(D) Alto.

**Figura 6.5** - Gráfico de respostas à pergunta 05: pesquisa de opinião.



Fonte: Autor (2023).

Os resultados apontados pela figura 6.5 mostram que na concepção deles mesmo, possuem baixo conhecimento sobre a astronomia do sistema solar. 31 alunos demonstraram saber pouco sobre o assunto ao escolher a resposta B, apenas 3 alunos afirmaram que o

conhecimento sobre astronomia era razoável e nenhum aluno respondeu saber muito sobre o tema. Esse dado foi importante pois no acompanhamento do processo os indícios de aprendizagem se tornavam evidentes a partir de situações em que os alunos comentavam sobre os conteúdos de astronomia mesmo não estando nas aulas destinadas ao projeto. É claro que a informação só foi possível pelo motivo no qual o professor pesquisador desta dissertação ser também o professor de física das primeiras séries da referida escola de aplicação do produto educacional.

O resultado dessa pesquisa de opinião foi importante para tornar as tomadas de decisão mais assertivas. Compreender a opinião dos estudantes, seus gostos, anseios e desejos fizeram com que o professor pesquisador adotasse uma postura vinculada com as aprendizagens dos estudantes. Até mesmo orientou na escolha dos elementos da gamificação escolhido para inserir na metodologia, a maneira como seria o uso do aplicativo de RA nas aulas e a forma de se comportar quando inserido dentro de sequência didática Fedathi, esta última sendo o cerne da pesquisa em questão.

## **6.2 Análise dos resultados do pós-teste em relação ao pré-teste**

O objetivo desta seção compreende-se no entendimento entre as respostas dos estudantes ao realizarem o pré-teste e após a efetiva aplicação da sequência didática detectar se os resultados apresentados demonstram indícios de aprendizagem. Será feita a análise simultânea dos resultados adquiridos no pré-teste e no pós-teste visto que as perguntas utilizadas no pré-teste foram as mesmas usadas no pós-teste. Ressalta-se que os dados irão mostra uma diferença entre a quantidade de respostas entre o pré-teste e pós-teste, ou seja, no pré-teste 39 alunos responderam ao questionário já no pós-teste foram 37 respostas, esses números se diferenciam pelos motivos nos quais, um dos alunos, vamos chamar de Aluno 38 pediu transferência da escola no intervalo de aplicação do produto, em outro o aluno que chamaremos de Aluno 17 faltou a aula no dia da aplicação do pós-teste. Afirma-se que a situação não interfere no resultado da pesquisa e que os dados serão analisados normalmente.

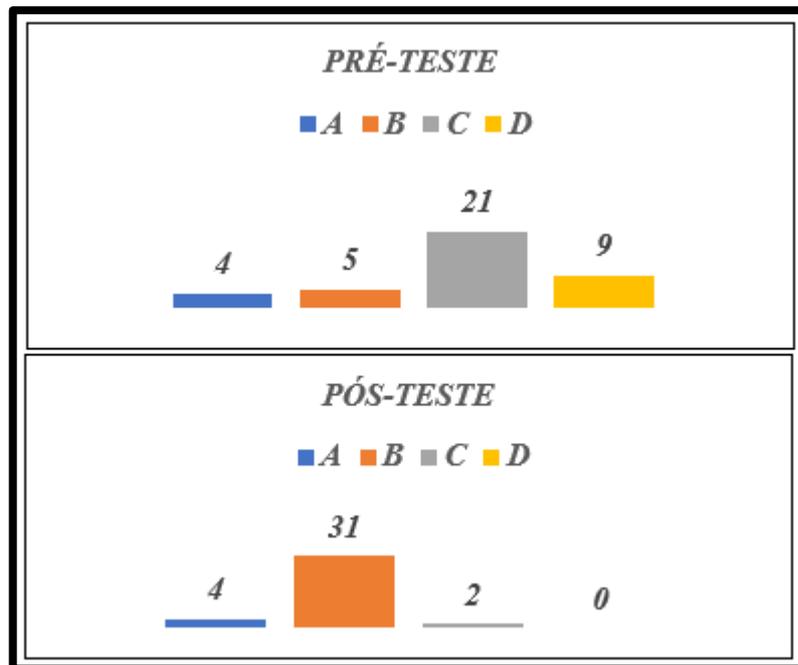
O objetivo da primeira pergunta é avaliar o conhecimento dos alunos a respeito da formação do sistema solar.

- 1) Qual processo científico é atualmente o mais aceito para descrever a formação do sistema solar?
  - (A) Fusão nuclear que ocorreu numa região do espaço dando origem ao sol e aos planetas.

- (B) Nuvem de gás e poeira interestelar que colapsou seguida pela contração gravitacional dando origem ao Sol e aos demais corpos do sistema.
- (C) Impacto de duas estrelas dando origem instantânea ao Sol e aos planetas.
- (D) Intervenção divina, conforme descrito em mitologias antigas, resultando na criação do sistema solar.

Ao analisar o resultado mostrado nos gráficos da Figura 6.6 e comparar as respostas percebe-se que na primeira aplicação apenas cinco alunos marcaram a resposta correta (letra B), após a aplicação da sequência didática as informações indicam um provável aprendizado, mesmo uma pequena parte dos alunos ainda não terem adquirido o conhecimento houve um aumento no percentual de acerto em 26 alunos (mais de 66%). Outro fator que indica ter havido aprendizado é lido na opção de resposta letra D, no pós-teste nenhum aluno a marcou a opção mostrando que entenderam a diferença entre dados científicos e crenças.

**Figura 6.6** - Gráficos do resultado da pergunta 1: pré-teste/ pós-teste.



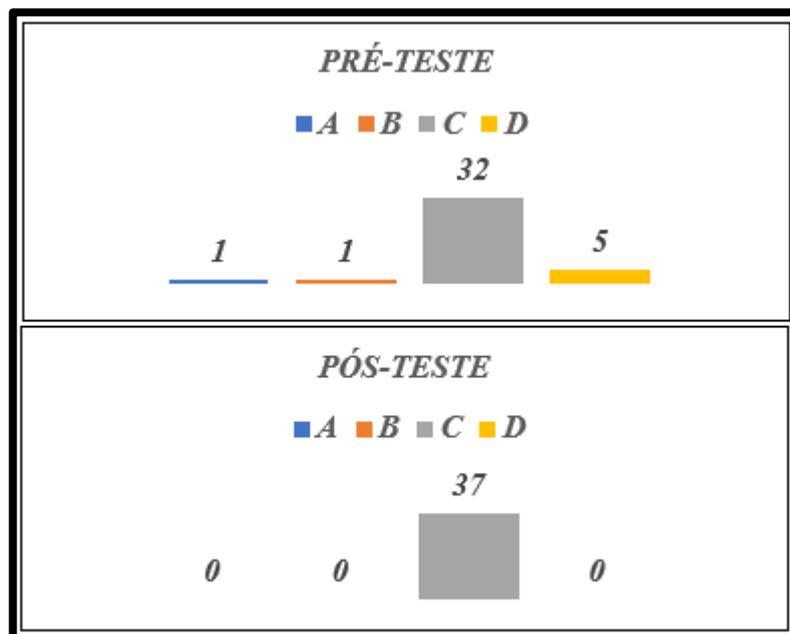
Fonte: Autor (2023).

A segunda pergunta do questionário gamificado tem como objetivo verificar o conhecimento dos alunos acerca dos componentes do sistema solar, verificando se os alunos entendem que no sistema solar além do Sol e dos planetas contém corpos menores como luas, anéis, asteroides, cometas e planetas anões.

- 2) O sistema solar é composto basicamente pelo quê?
- (A) O Sol e os planetas.  
 (B) O Sol, planetas e constelações.  
 (C) O Sol, planetas, luas e anéis, asteroides, cometas e planetas anões.  
 (D) O Sol, constelações, luas e anéis, asteroides, cometas e planetas anões.

Os resultados dos gráficos da Figura 6.7 mostram que inicialmente os alunos já possuíam um determinado conhecimento sobre a composição do sistema solar. No pré-teste dos 39 alunos participantes 32 marcaram a resposta correta que é a letra C, apenas 7 alunos distorceram as concepções em que 5 destes acreditavam que outras estrelas estavam dentro dos limites do sistema solar. Esse dado foi importante para o aprendizado dos alunos sobre o tema uma vez que a grande maioria da classe já tinha o domínio do assunto refletindo nas respostas do pós-teste em todos os alunos escolheram a resposta correta.

**Figura 6.7** - Gráficos da segunda pergunta: pré-teste/ pós-teste.



Fonte: Autor (2023).

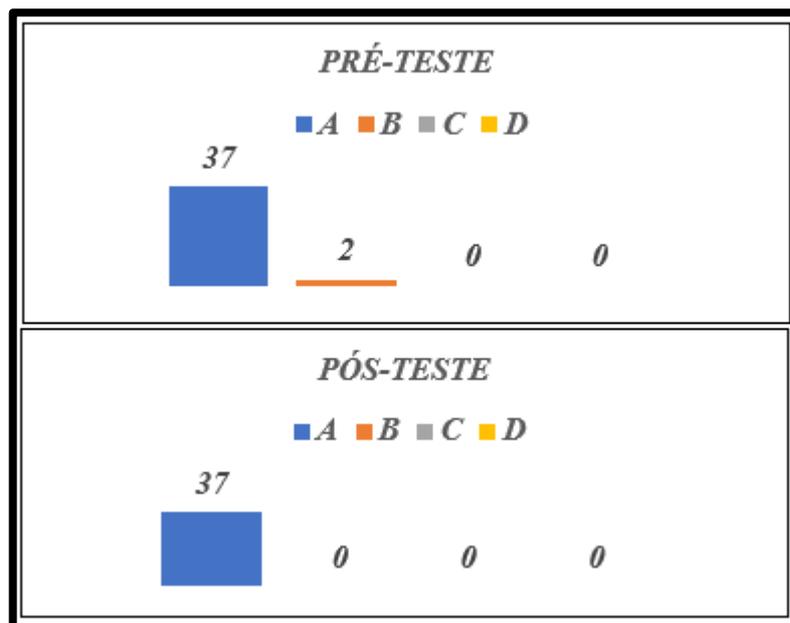
A terceira pergunta objetivava verificar as concepções dos alunos sobre o número e os nomes dos planetas que compunham o sistema solar.

- 3) Quantos e quais são os planetas do sistema solar?

- (A) São 8, Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.  
 (B) São 9, Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Netuno e Plutão.  
 (C) São 9, Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Netuno e Ceres.  
 (D) São 8, Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Plutão.

Ao analisar as respostas apresentadas nos gráficos da Figura 6.8 verifica-se que inicialmente os alunos possuíam um nível considerado de conhecimento sobre a quantidade e nomes dos planetas constituintes do sistema solar. Apenas dois alunos possuíam a concepção errada de que Plutão ainda era considerado planeta ao escolherem como resposta a letra B, os demais alunos, 37 tinham conhecimento do tema, é o que se apresenta ao terem escolhido a letra A que é a resposta correta para a pergunta. Esse conhecimento foi solidificado durante a aplicação da sequência didática, reafirmando aos 37 alunos sobre a ideia de que Plutão foi rebaixado para a categoria de planeta anão em 2006 (NOGUEIRA; CANALLE, 2009). Acredita-se no que foi afirmado pelo resultado do gráfico do pós-teste, ele nos mostra que todos os alunos responderam corretamente a terceira pergunta escolhendo a letra A para resposta correta. É motivo de pergunta sobre a efetividade de 100% de acerto já que o número de acertos não foi alterado entre o pré-teste e pós-teste, ressalta-se que dois alunos a menos tiveram participação no pós-teste.

**Figura 6.8** - Gráficos das respostas da terceira pergunta: pré-teste/ pós-teste.



Fonte: Autor (2023).

A quarta pergunta objetivava saber quais os planetas do sistema solar são considerados planetas rochosos por serem constituídos de rochas e metais, bem como identificar se conhecia a ordem de distância desses planetas ao Sol.

4) Quais os planetas do sistema solar são constituídos por rochas e metais na ordem crescente de distância ao Sol, ou seja, do mais próximo ao mais distante?

(A) Mercúrio, Terra, Vênus e Marte.

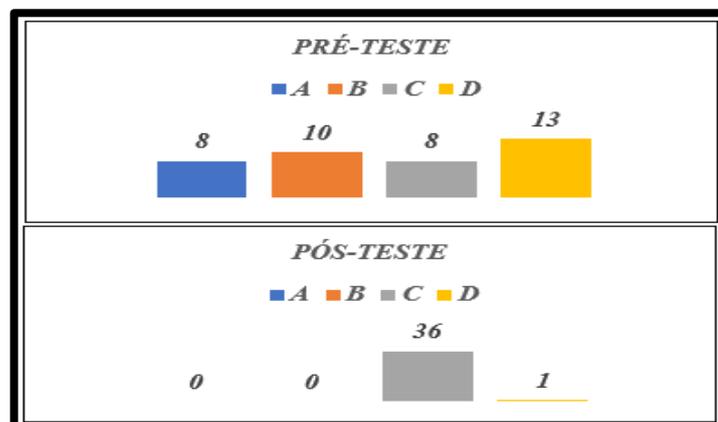
(B) Marte, Júpiter, Terra, Vênus.

(C) Mercúrio, Vênus, Terra e Marte.

(D) Marte, Terra, Vênus e Mercúrio.

A quarta pergunta tem como resposta correta a letra C, ao estudar os dados que os gráficos da figura 6.9 apresenta entende-se que a princípio, antes da aplicação da sequência didática os alunos tinham concepções distorcidas tanto no que se refere a classificação dos planetas quanto ao que informa a posição. As respostas ficaram divididas, refletindo dúvidas a respeito da informação. Apenas 8 alunos tiveram a concepção de que a resposta correta era a letra C. Ao ver o resultado das respostas após a aplicação da sequência didática percebe-se sinais de aprendizagem, mesmo que nem todos tenham adquirido o conhecimento (três alunos responderam errado) a grande maioria, 36 alunos responderam de forma correta. O resultado também mostra que talvez os alunos que erraram essa pergunta não tenham adquirido o conhecimento correto quanto a posição desses planetas no plano do sistema solar uma vez que erraram apenas a ordem de distância escolhendo a letra D com resposta, tal opção apresenta os planetas rochosos corretos mudando apenas a ordem posicional.

**Figura 6.9** - Gráficos de respostas à quarta pergunta: pré-teste/ pós-teste.



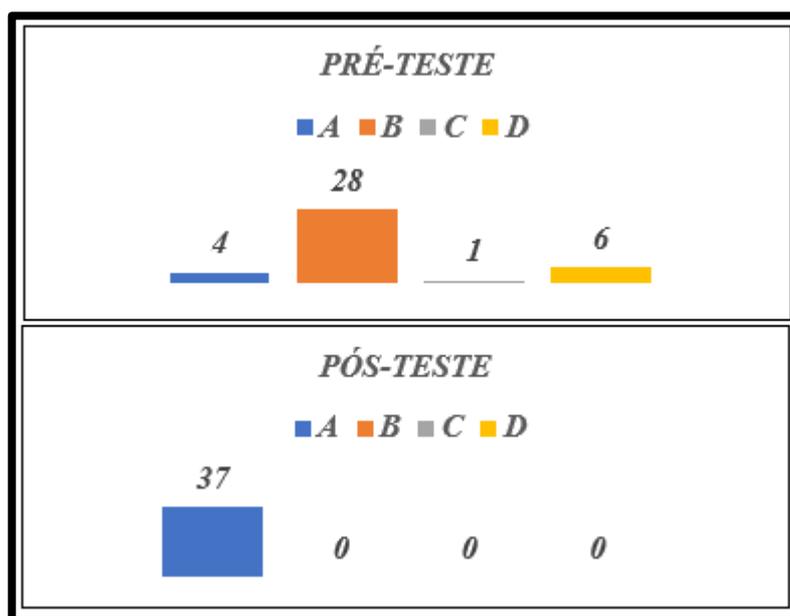
Fonte: Autor (2023).

A quinta questão do teste objetivo tem a função de detectar os conhecimentos prévios dos alunos sobre algumas características do planeta Terra, período de rotação, translação, distância ao Sol e gravidade em sua superfície.

5) O planeta Terra é a nossa casa e devemos cuidar bem dele. Sobre o planeta Terra marque a opção correta no que se refere a sua distância em relação ao Sol e gravidade na superfície respectivamente.

- (A) 1 Unidade Astronômica (UA);  $9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .  
 (B) 150 Unidades Astronômicas (UA);  $9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .  
 (C) 10 Unidades Astronômicas (UA);  $25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .  
 (D) 100 Unidades Astronômicas (UA);  $25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

**Figura 6.10** - Gráficos das respostas à quinta pergunta: pré-teste/ pós-teste.



Fonte: Autor (2023).

Os resultados desta pergunta (Figura 6.10), mostraram que os alunos não tinham nenhum conhecimento sobre a unidade de medida da astronomia definida como Unidade Astronômica. Os alunos relacionaram o nome e a distância da Terra ao Sol como um valor elevado, no entanto, tiveram uma concepção de que a unidade de medida em si seria pequena, escolhendo a letra B. Porém sobre a aceleração gravitacional na superfície da Terra eles tinham o conceito bem definido, pelo menos em termos de valores. Ao analisar as respostas após a

aplicação da sequência didática, o pós-teste mostra sinais de aprendizado e mais, dá indicação de que o conceito foi de fácil aprendizagem visto que todos acertaram escolhendo corretamente a letra A.

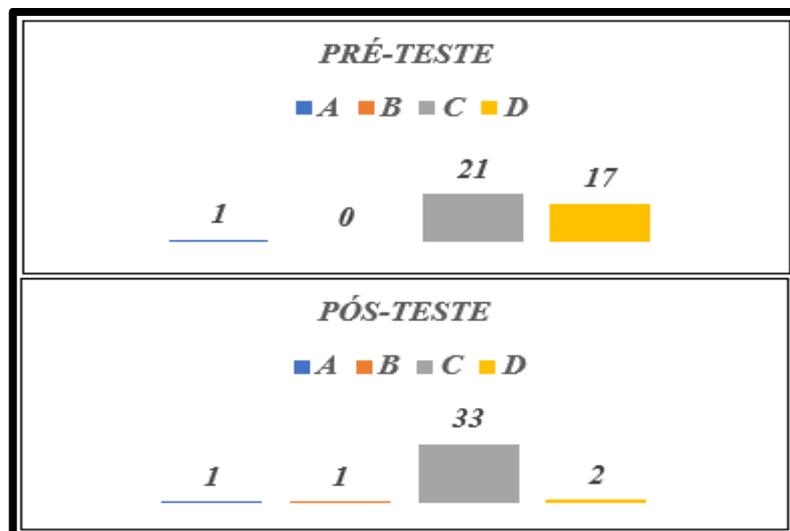
A sexta pergunta tem como objetivo detectar o conhecimento dos alunos acerca das informações referente aos planetas gasosos.

6) Os planetas gasosos em sequência de distância ao Sol, do mais próximo ao mais afastado estão em ordem correta em:

- (A) Marte, Júpiter, Saturno e Urano.
- (B) Marte, Júpiter, Saturno, Netuno e Urano.
- (C) Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.
- (D) Saturno, Júpiter, Netuno e Urano.

Nos gráficos da figura 6.11 é possível identificar que existe um equilíbrio nas concepções dos alunos a respeito da ordem de distância ao Sol, quase todos os alunos, 38 ficaram basicamente divididos entre a letra C e a letra D, apenas um aluno respondeu diferente. Essa pergunta tem como resposta correta a letra C e ao analisar o pós-teste é verificado sinais de aprendizagem. Tudo bem que sete alunos tomaram caminhos distintos do que se considera como correto como resposta da pergunta, porém, verificar que mais de 80% dos alunos que responderam optaram pela resposta correta indica que possivelmente houve aprendizado.

**Figura 6.11** - gráfico das respostas à sexta pergunta: pré-teste/ pós-teste.



Fonte: Autor (2023).

A sétima pergunta objetiva entender se os estudantes compreendem alguma coisa sobre asteroides. É possível com essa pergunta saber se os alunos possuem conhecimentos prévios sobre os asteroides e conseqüentemente após a aplicação da sequência didática entender se aprenderam sobre o tema.

7) Existe um lugar específico para os asteroides no sistema solar? onde especificamente?

(A) Não. Ficam espalhados por toda parte do sistema solar.

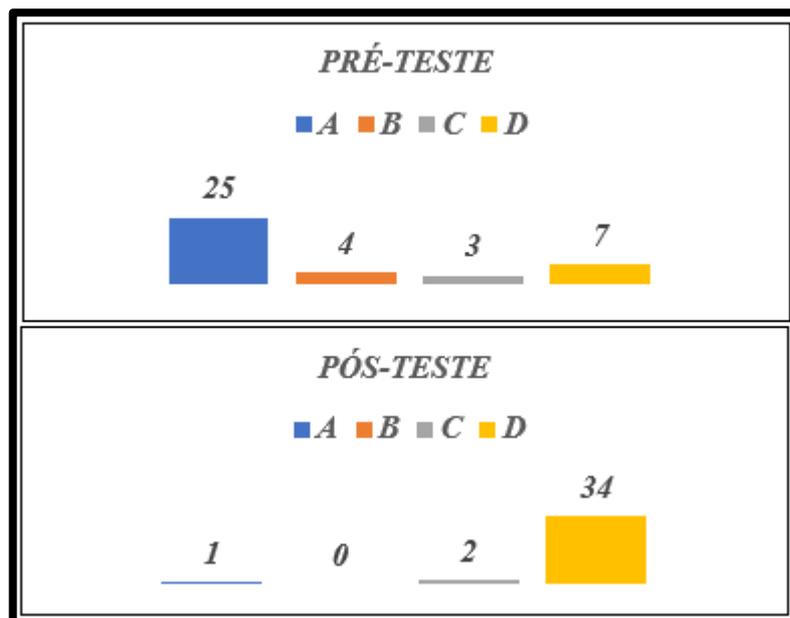
(B) Sim. Entre as órbitas de Júpiter e Saturno.

(C) Sim. Entre as órbitas de Marte e Júpiter somente.

(D) Sim. Principalmente entre as órbitas de Marte e Júpiter e além da órbita de Netuno.

Ao analisar os resultados dos gráficos da Figura 6.12 é possível compreender as concepções iniciais dos alunos no entendimento de que a grande maioria acreditava que os asteroides ficavam espalhados por toda parte, essa concepção talvez seja construída pelo fato delas pensarem em pedaços de minerais que ficam jogados pelo espaço. Porém, após a aplicação da Sequência Fedathi detecta-se vestígios de aprendizagem uma vez que a resposta correta da pergunta é a letra D, e 34 alunos escolheram a referida letra como resposta no pós-teste.

**Figura 6.12** - Gráficos das respostas à sétima pergunta: pré-teste/ pós-teste.



Fonte: Autor (2023).

Para avaliar o entendimento dos alunos sobre o cinturão de asteroides, a oitava pergunta deste questionário objetivo procura identificar se os alunos têm conhecimento das causas da existência do cinturão de asteroides entre Marte e Júpiter.

8) Entre Marte e Júpiter orbitam objetos classificados como asteroides. Existe uma explicação científica para esses asteroides orbitarem a referida região do espaço? Qual?

(A) A região é densamente povoada por asteroides devido à presença de uma fonte de calor intensa nessa área.

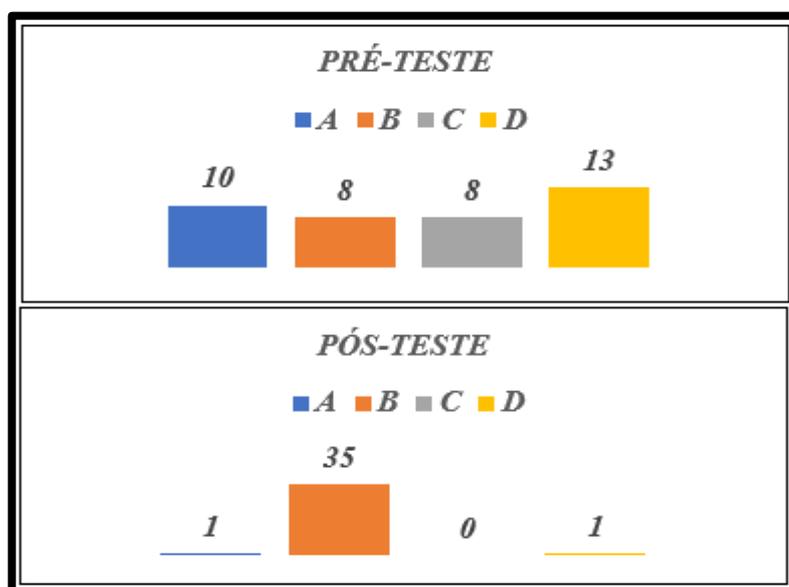
(B) A influência gravitacional de Júpiter impediu a formação de um planeta sólido nesta região, resultando na presença de asteroides.

(C) Marte e Júpiter colidiram no passado, dispersando asteroides em suas órbitas atuais.

(D) A região entre Marte e Júpiter é uma zona de formação planetária, onde asteroides estão se aglomerando para formar um novo planeta.

Ao analisar as respostas dos gráficos da Figura 6.13 e ao comparar com a vivência do professor responsável pela pesquisa entende-se que os alunos tiveram muita dificuldade para responder. As respostas variaram muito, ficando muito aleatórias inicialmente no pré-teste. No pós-teste as respostas se concentraram mais numa alternativa. Para esta questão a alternativa correta é a letra B, e muito embora ela não tenha sido unanimidade a quantidade de alunos à apontaram como alternativa correta evidenciando que algum conhecimento foi adquirido.

**Figura 6.13** - Gráficos das respostas à oitava pergunta: pré-teste/ pós-teste.



Fonte: Autor (2023).

A pergunta nove busca evidenciar se os alunos carregam algum conhecimento sobre os cometas bem como sabem algo sobre outras regiões do espaço.

9) De onde vêm os cometas que orbitam o Sol e qual a composição deles?

(A) Vêm de buracos negros distantes e são compostas principalmente de ferro e níquel.

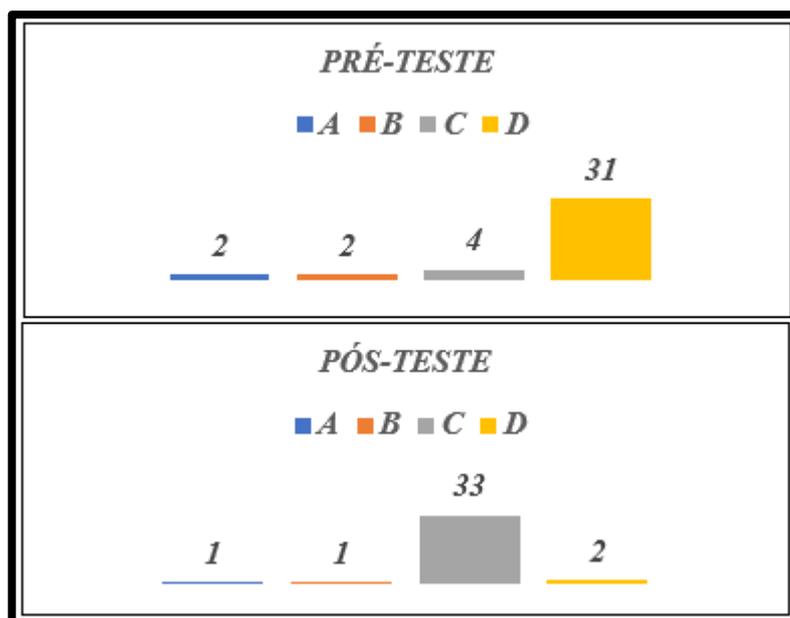
(B) Os cometas são formados a partir de nuvens de poeira interestelar e são compostas principalmente de gás hélio.

(C) Os cometas são remanescentes da formação do sistema solar e são compostos principalmente de gelo e poeira (gelo sujo).

(D) Os cometas são fragmentos de asteroides que colidiram no espaço e são compostos principalmente de chumbo e carbono.

Entende-se que os alunos tinham pouco conhecimento sobre os cometas, e relacionam o termo aos asteroides. Essa questão tem como resposta correta a letra C e após a aplicação da sequência didática as respostas dos alunos convergiram para essa opção de resposta muito embora nem todos tenham acertado o fato de a grande maioria dos participantes terem compreendido o conceito mostra indícios de aprendizagem.

**Figura 6.14** - Gráficos de respostas à nona pergunta: pré-teste/ pós-teste.



Fonte: Autor (2023).

A décima pergunta como forma de finalizar o teste foi elaborada para testar vários conhecimentos acerca da astronomia do sistema solar. O objetivo da questão é averiguar as concepções iniciais sobre várias informações. Planeta mais próximo, o mais afastado, o com maior temperatura e o mais pequeno.

10) Respectivamente na sequência qual é o planeta do sistema solar de menor massa, o de maior massa, o mais próximo do Sol e o mais afastado do Sol?

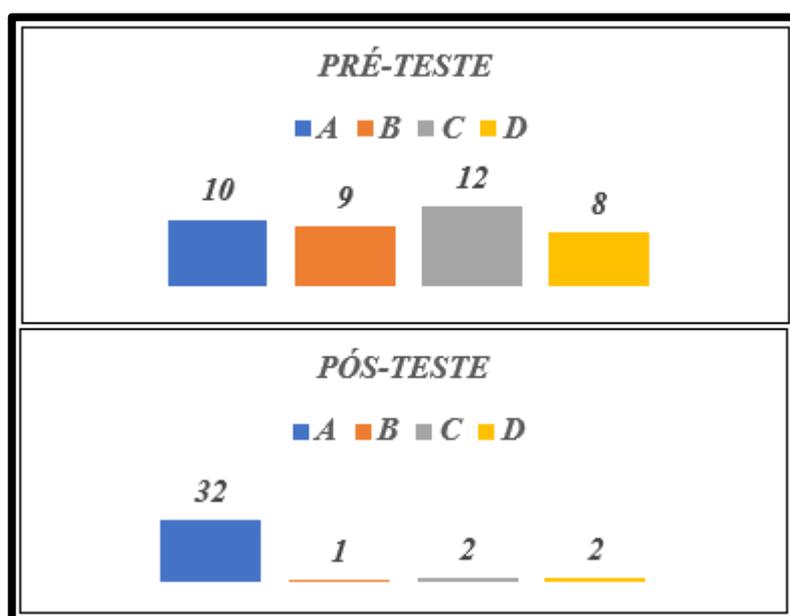
(A) Mercúrio, Júpiter, Mercúrio, Netuno.

(B) Plutão, Saturno, Mercúrio, Vênus.

(C) Mercúrio, Júpiter, Vênus, Marte.

(D) Terra, Júpiter, Mercúrio, Vênus.

**Figura 6.15** - Gráfico das respostas à décima pergunta: pré-teste/ pós-teste.



Fonte: Autor (20023).

O fato de os alunos não terem o conhecimento prévio sobre as várias questões do sistema solar e devido a questão abordar várias informações em um único item os alunos responderam à questão de forma aleatória, veja Figura 6.15. Nessa questão a resposta correta é a letra A e após trabalho com a Sequência Fedathi a grande maioria dos alunos convergiram suas respostas para essa alternativa. Verifica-se no gráfico do pós-teste que 32 escolhas foram feitas para a alternativa correta, cinco alunos não adquiriram o conhecimento adequado ao tema e divergiram

para concepções erradas. Mesmo com esse resultado, numa classe com 37 alunos, 32 absorveram o conhecimento demonstrando sinais de aprendizagem.

### 6.3 A análise do diário de bordo do professor

Como informado no início deste capítulo, uma das maneiras de coletar dados dessa pesquisa é o diário de bordo do professor, usado para registrar aspectos importantes e que fazem diferença para uma aprendizagem mais significativa. Dos Santos *et al* (2023) O Diário de Bordo mostra-se como uma ferramenta útil para verificar os objetivos de aprendizagem indicados no planejamento da aula e melhorar a prática docente para permitir a reflexão sobre a dinâmica das atividades. Nesse contexto, o diário de bordo foi utilizado com propósito de o professor refletir a cada encontro sobre os objetivos da aula bem como da efetividade da metodologia aplicada.

No quadro 6.1 é compartilhado as principais anotações das observações do professor em cada encontro.

**Quadro 6.1** - Registro do professor em seu diário de bordo para cada encontro.

Encontros (aulas)	Relato das observações
<b>1º Encontro</b>	Hoje percebi os alunos ansiosos para o início da atividade. Eles estavam completamente engajados, debatendo entre si quando foram organizados grupos para a atividade de escolha do nome da equipe. No momento da aplicação do pré-teste, pude observar que estavam muito focados. Suas expressões demonstraram concentração e determinação, refletindo o interesse genuíno na avaliação. Inclusive o Aluno 1 relatou: <i>“professor fazer atividade nessa plataforma é muito motivador e a gente aprende por que logo em seguida que a gente responde a plataforma mostra a resposta”</i> . É possível com isso entender a importância do feedback no processo da avaliação.
<b>2º Encontro</b>	Hoje os alunos estavam tão empolgados com o uso do aplicativo que mal conseguiam conter animação. A correria na hora de montar o cubo era loucura, com todos ansiosos para experimentar a próxima etapa da atividade. No entanto, durante a operacionalização do aplicativo, enfrentamos algumas complicações, pois muitos alunos não conseguem instalar o aplicativo em seus smartphones. Apesar desses contratemplos, pude evidenciar a alegria deles cada vez que descobriram algo. Eles não apenas aprenderam a usar o aplicativo, mas também absorveram conceitos de física, astronomia e até biologia de forma bastante intuitiva.
<b>3º Encontro</b>	Hoje, na aula, os princípios da Sequência Fedhathi foram muito importantes. Enquanto respondia aos questionamentos dos alunos com outra pergunta ou fornecia contraexemplos, percebi que eles ficavam me olhando... Aos poucos, eles perceberam que essa abordagem era proposital, eles iam compreendendo gradualmente que o objetivo era que eles mesmos realizassem as pesquisas. Mesmo depois do término oficial da aula alguns alunos continuavam a conversar comigo querendo tirar dúvidas sobre conceitos da aula. Até mesmo agora ao chegar em casa

	os alunos estão me mandando mensagem para tirar dúvidas e pedir dicas para pesquisar. Tirando dúvidas sobre as postagens.
<b>4º Encontro</b>	É impressionante como, aos poucos, os alunos estão compreendendo a importância de serem ativos no processo de aprendizagem. No encontro de hoje, pude observar como eles não apenas me perguntavam, mas também já esperavam um confronto de ideias. Cada aluno esteve engajado na construção de seus mapas conceituais, demonstrando um nível de envolvimento e responsabilidade crescente em relação ao próprio aprendizado. Além disso, notei uma mudança na maneira como realizaram suas pesquisas. Pareciam ser mais maduros. Na hora de compartilhar com a turma o que tinham construído, percebi que estavam mais à vontade e confiantes. Antes, quando eu intervinha em suas falas com alguma observação, costumavam me olhar e ficar em silêncio. No entanto, hoje foi diferente; alguns alunos questionaram minhas colocações e expressaram suas próprias ideias de maneira assertiva. Essa mudança de atitude revela um amadurecimento notável por parte dos alunos, demonstrando que estão mais preparados para buscar o conhecimento de forma autônoma e crítica.
<b>5º Encontro</b>	A aula de hoje foi, sem dúvida, a que os alunos mais aprenderam em comparação aos anteriores, ao menos em termos de participação e interação. No momento de maturação dos conceitos, houve uma interação intensa entre eles, especialmente durante a construção dos mini-cartazes em formato de mapa conceitual. Algumas perguntas feitas por alunos desafiavam, exigindo improvisação e criatividade por parte do professor para oferecer respostas satisfatórias. Tive que usar o casaco de um aluno para explicar sobre a gravidade. Deu certo, ficou envolvente a explicação. Um aspecto interessante é que um dos momentos mais aguardados pelos alunos é a hora de montar o ranking. Essa competição saudável entre as equipes realmente os motiva a se superarem e a se envolverem mais no processo de aprendizagem. No entanto, o desafio real continua sendo o fato de nem todos os alunos possuírem o aplicativo Merge Explorer necessário para algumas atividades. Embora seja evidente que a metodologia de ensino, como a Sequência Fedhathi, seja o principal fator de diferenciação, seria interessante que mais alunos tenham acesso ao aplicativo para tornar as aulas ainda mais envolventes e acessíveis.
<b>6º Encontro</b>	Hoje, a aula transcorreu de forma tranquila. Os alunos vibraram quando mostrei o ranking, o que foi um momento empolgante para eles. No entanto, fiquei surpreso ao perceber que, apesar de abordar um tema que geralmente prende a atenção dos alunos, eles são justificados mais apáticos do que nos dias anteriores. Mesmo assim, a tomada de posição diante do desafio pareceu um pouco despertá-los. Durante a maturação dos conceitos, com as mediações e intervenções programadas, os alunos conseguem construir muitas ideias. Foi notável a falta do aplicativo para aqueles que não tinham instalado. Todos queriam ver o cinturão de asteróides, então tinham que aguardar os colegas compartilharem. Até meu celular deixei com uma turma para ajudar no processo de maturação. Refletindo sobre o motivo da empolgação não ter sido tão evidente como nos dias anteriores, questionei os alunos após o término da aula. Alguns deles disseram que a carga de atividades de casa tinha sido enorme, muitas tarefas que exigiam tempo até mesmo durante o fim de semana. Segundo eles, essa poderia ser uma explicação para a falta de entusiasmo.
<b>7º Encontro</b>	Último dia de aplicação do produto. Hoje agradei a turma pelo comprometimento e responsabilidade em todos os encontros e/ou atividades propostas. Sabia que quando mostrasse o ranking das postagens alguns iam desanimar um pouco por conta da distância para os primeiros colocados, no entanto, reforcei que todos tinham chances pois toda a atividade ia ser pontuada, inclusive no teste final eles fariam pelo Kahoot, ao comentar vi que animou novamente. Na maturação eles estavam concentrados fazendo a revisão dos conceitos trabalhados em todos os encontros e

	na hora de compartilhar com a turma foi bom até mesmo para reforçar ou inserir um novo conhecimento. Durante a realização do teste final eles estavam muito concentrados, pode-se dizer imersos na atividade, a plataforma gamificada prende mesmo a atenção deles. Gratificante mesmo foi ouvir o feedback de alguns alunos sobre toda a metodologia aplicada. O Aluno 2 falou assim; “professor tem conteúdos aqui na escola que não entendo, mas essa sua forma de ensinar eu estou aprendendo”. Ver que eles tomaram consciência do que aprenderam ou não aprenderam é muito gratificante.
--	--

Fonte: Autor (2023).

No quadro 6.1 foi apresentado algumas anotações do professor responsável pela pesquisa, a partir das observações o professor consegue obter pistas da existência de aprendizagem. De maneira contínua essa forma de avaliar os comportamentos dos alunos foge um pouco do roteiro de avaliação que geralmente se aplica nos estabelecimentos de ensino.

Batista (2019, p. 287) apresenta um significado preciso para o diário de bordo do professor: “Falar sobre o Diário de Bordo de um docente é falar sobre a evolução deste, pois o diário é a ferramenta que proporciona reflexão e autonomia para o desenvolvimento de novas práticas, visando sempre tornar o ensino e aprendizagem cada vez mais significativa”. Para identificar progressos e dificuldades na aprendizagem de Física o diário de bordo se confirma numa ferramenta poderosa (DOS SANTOS *et al*, 2023). Nesse contexto, pelo que foi vivenciado pelo professor, o diário de bordo contribuiu bastante para as práticas aplicadas no ensino da astronomia do sistema solar. Sousa (2015) deixa claro que essa análise realizada pelo professor serve não apenas para avaliar a aprendizagem dos alunos, mas também para avaliar a própria prática docente no intuito de identificar o que deu certo e o que precisa ser corrigido para aperfeiçoamentos da metodologia em novas aplicações.

Ao apresentar algumas anotações do diário de bordo do professor tomou-se cuidado ao citar algumas falas de alunos, eles são reais, no entanto, cuidadosamente, com objetivo de resguardar suas identidades direcionou-se a eles como Aluno 1 e Aluno 2. Acredita-se que a partir das observações e interpretações do professor sinais de aprendizagem foram detectados.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Avaliando o desfecho da pesquisa no que se refere à prática metodológica aplicada, especialmente a Sequência Fedathi, o uso da Realidade Aumentada associada à sequência e a inserção de elementos da gamificação, foram fundamentais para destacar o impacto e a importância dessas abordagens no processo de ensino e aprendizagem da astronomia do sistema solar. A pesquisa se desenvolveu numa escola de educação profissional de uma cidade do interior do Ceará, a cidade de Coreaú. A gestão da EEEP Gerardo Cristino de Menezes prestou um inteiro apoio ao desenvolvimento da pesquisa com uma turma de primeira série, o curso técnico em contabilidade, turma esta, composta por 39 alunos no período em que a pesquisa foi realizada. Um fator considerado significativo para o andamento da pesquisa foi o fato de o professor pesquisador atuar como professor de física da escola e também da turma na qual a pesquisa foi realizada, corroborando alguns fundamentos da Sequência Fedathi.

A Sequência Fedathi, enquanto metodologia de ensino, identifica o professor como mediador das situações desenvolvidas com os alunos. Há de se considerar, neste pensamento, que ao mediar uma situação de ensino, o professor percebe a importância de conhecer o ambiente de ensino e os sujeitos nele inseridos, os estudantes (BORGES NETO, 2018, p. 11).

Nesse sentido a Sequência Fedathi, aliada aos conhecimentos do professor sobre a classe apresentou-se como metodologia de ensino eficaz para engajar os alunos e incentivar a construção dos conhecimentos que se planejou construir na aplicação dessa Sequência Didática. Outro fator relevante para a eficácia da metodologia de ensino aplicada foi o questionário de opinião no qual norteou a prática do professor sugerindo a importância de inserir elementos que pudessem potencializar a utilização da SF. Deve-se reforçar que nem a RA nem gamificação sozinhas poderiam ter impactado tanto na eficiência da metodologia, o uso correto da SF, de seus princípios foram o cerne do sucesso do ensino para a aprendizagem da astronomia do sistema solar, conceitos desenvolvidos com a qualidade de uma sequência didática séria que é a SF.

A adição de elementos de gamificação na prática pedagógica, tanto na avaliação como na realização das atividades em geral, demonstrou ser uma estratégia eficaz para motivar os alunos, promover a competição saudável e aumentar o engajamento. Neste sentido, usar o Kahoot como ferramenta de aplicação do pré-teste e do pós-teste foi essencial para que os alunos enxergassem seriedade do processo e envolvimento máximo. Ao que afirma Cavalcante, Sales e Silva (2018, p. 10):

O Kahoot pode ser considerado uma ferramenta de avaliação gamificada na medida que possibilita a incorporação de alguns elementos de games durante a verificação de “indícios” da aprendizagem, dentre eles: feedback imediato das respostas a cada questão; regras claras de funcionamento, como o tempo de resposta; pontuação e ranking de acordo com a pontuação de cada aluno. A referida plataforma pode ser utilizada, conforme discutimos, para motivar os alunos, para reter sua atenção e para envolvê-los no processo avaliativo.

Corroborando com as ideias dos autores, do início ao fim da aplicação dessa metodologia houve indícios de aprendizagem. Os resultados do pós-teste em comparação ao pré-teste (seção 7.2) indicam sinais de aprendizado uma vez que a ferramenta usada para aplicar os testes foi a plataforma Kahoot e confirmando o fato Cavalcante, Sales e Silva afirma ser o Kahoot uma ferramenta que avalia indícios de aprendizagem ao passo que possui inserido nela o feedback imediato, elemento significativo no processo de avaliação para a aprendizagem. Tal fato pode ser evidenciado no diário de bordo do professor quadro 6.1, onde ele relata o engajamento dos alunos ao realizarem os testes.

O uso do diário de bordo do professor como parte integrante do processo avaliativo proporcionou percepções valiosas acerca da aprendizagem dos estudantes. O uso do diário de bordo dá ao professor a oportunidade de refletir sobre seu método de ensino, o que lhe permite melhorar os planos de aula e tornar as aulas mais significativas tanto para os alunos quanto para o professor (BATISTA, 2019).

Acredita-se no o alcance dos objetivos propostos no planejamento dessa pesquisa, uma vez que durante todas as aulas tinham-se os alunos quase que em sua totalidade engajados durante as atividades e empenhados em solucionar as tarefas provando ser a metodologia adotada extremamente envolvente. Outro aspecto que comprova a eficácia desta SD foram os resultados do pós-teste evidenciando que uma grande maioria dos alunos participantes chegaram ao final da aplicação conhecedores dos principais conceitos relacionados a astronomia do sistema solar como por exemplo: os nomes e posições dos planetas do sistema solar, a explicação mais aceita para o surgimento do sistema solar, sua composição entre outros vários conceitos e informações.

Para concluir, acredita-se que a abordagem SF com a inclusão de RA e elementos de gamificação, tenha alcançado o objetivo proposto na pesquisa. Isso se evidencia pela capacidade que a metodologia desempenhou com os alunos no processo de ensino e aprendizagem. Como destacado por Silva et al. (2018), é crucial que tanto o professor quanto os alunos estejam motivados e focados no conteúdo a ser ensinado para garantir o sucesso da aprendizagem. Nesse contexto, a metodologia adotada pode ser considerada inovadora, uma vez que engajou os alunos em todo o processo, rompendo com a tradicional rotina de ensino. O

engajamento e motivação do estudante torna-o mais autônomo no papel de construção do seu próprio aprendizado, sala de aula ele se torna pesquisador como se propõe a SF (SOARES; NOBRE, 2018).

A Sequência Fedathi é um campo de estudo jovem, que abre possibilidades para muitas conexões (MENDONÇA, 2019). Nessa mesma perspectiva a **neuroeducação** é uma área de estudo recente, ainda em fase embrionária que tem como pilares a pedagogia, a psicologia e a neurociência. A neuroeducação propõe benefícios para a aprendizagens dos alunos que vão desde aulas mais atrativas e ativas passando por imersão no processo de aprendizagem, enriquecimento da experiência e jornada do estudante até chegar à ativação do protagonismo estudantil (ESTEVAM, 2023). Analisando o contexto educacional na atualidade porque não pensar numa pesquisa que possa revelar as contribuições da SF para a neuroeducação? Esse pensamento se fortalece à medida que Fedathi em sua estrutura e aplicação possui muito da neuroeducação principalmente no que diz respeito ao enriquecimento experimental do estudante, imersão no processo de aprendizagem e no protagonismo do próprio aprendizado.

Espera-se que este trabalho sirva de base para o desenvolvimento de outras pesquisas na mesma linha, bem como sofra modificações para aperfeiçoamentos. Além disso, é desejável que ele seja útil na prática dos professores, especialmente aqueles de ciências, que muitas vezes necessitam de material de apoio para seu trabalho. A expectativa é que esta pesquisa motive outros professores a aprimorarem suas práticas, visando alcançar o desejo compartilhado por muitos, como eu, professor da Educação Básica: o sucesso dos estudantes do ensino básico em nossas escolas.

## REFERÊNCIAS

- GONÇALVES, Diângelo Crisóstomo; BENITE, Claudio Roberto Machado. METODOLOGIA ATIVA E ROBÓTICA EDUCACIONAL: UMA PROPOSTA PARA O ESTUDO DO SISTEMA SOLAR. **Ensino De Ciências e Tecnologia em Revista–ENCITEC**, v. 12, n. 3, p. 149-163, 2022.
- PANKE, Thales Ferreira; GÓES, Anderson Roges Teixeira. Realidade Aumentada como recurso didático para o ensino e aprendizado de escalas planetárias e estelares. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 1, p. 301-316, 2020.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.
- SILVA, C.P.; LIMA, T.G. Importância das tecnologias de comunicação e informação (TICs) na educação técnica profissional e no ensino superior. In: ANDRADE JUNIOR, J.M.; SOUZA, L.P.; SILVA, N.L.C. Metodologias ativas: práticas pedagógicas na contemporaneidade. Campo Grande: Editora Inovar, 2019.
- COSTA, Edelson Moreira da et al. Jogo de astronomia utilizando a realidade aumentada. 2017.
- SOUSA, F. E. E. **A pergunta como estratégia de mediação didática no ensino de matemática por meio da Sequência Fedathi**. 2015. 282 f. Tese (Doutorado em Educação Brasileira) – Faculdade de Educação, Universidade Federal do Ceará, 2015.
- SANTOS, Joelma Nogueira dos; BORGES NETO, Hermínio; PINHEIRO, Ana Cláudia Mendonça. A origem e os fundamentos da Sequência Fedathi: uma análise histórico-conceitual. 2019.
- SOUZA, Maria José Araújo. Sequência Fedathi: apresentação e caracterização. 2013.
- BORGES NETO, H. Uma proposta lógico-dedutiva-constitutiva para o ensino de matemática. Tese (apresentada para o cargo de professor titular). Faculdade de Educação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.
- BORGES NETO, Hermínio; SANTANA, José Rogério. A Sequência de Fedathi e sua relação com o institucionalismo e a lógica do desenvolvimento matemático no ensino. In: ENCONTRO DE PESQUISA EDUCACIONAL DO NORTE-NORDESTE, 15., 2001, São Luis. **Anais...** São Luis: UFMA, 2001.
- TORRES, A. L. de M. Martins. SEQUÊNCIA FEDATHI: Além das ciências “duras”. In: BORGES NETO, Hermínio (org). Sequência Fedathi Além das Ciências Duras. Curitiba, PR: CRV, 2017. p. 9-28.
- SANTANA, A. C. Sousa; BORGES NETO, Hermínio. SEQUÊNCIA FEDATHI E PEDAGOGIA MÃO NO BOLSO: reflexões sobre o contexto educacional nos Centros Rurais de Inclusão Digital (CRID). In: FERREIRA, B. O.; HASLINGER, E.; XAVIER, J. B. (org.). **Práticas Educomunicativas**. 1. ed. São Paulo. ABPEducom, 2019.
- SANTOS, Joelma Nogueira dos; BORGES NETO, Hermínio; PINHEIRO, Ana Cláudia Mendonça. **A origem e os fundamentos da Sequência Fedathi**: uma análise histórico-

conceitual. 2019.

SANTANA, Ana Carmem De Sousa. **Uma proposta de ciclos Formativos Em Educomunicação Baseados Na Práxis Fedathiana: O Case do CRID**. 2019. 253 f. Tese (Doutorado em Educação Brasileira) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Ceará, 2019.

BORGES NETO, Hermínio. Sequência Fedathi interfaces com o pensamento pedagógico. **Curitiba: CRV**, v. 4, 2019.

MENDONÇA, Adriana Ferreira. SEQUÊNCIA FEDATHI- ensaios aprofundados da teoria. In: BORGES NETO, Hermínio (org.). Sequência Fedathi interfaces com o pensamento pedagógico. **Curitiba: CRV**, v. 4, 2019. p. 11-16.

OLIVEIRA, Silvia Sales de. Mediação pedagógica e Sequência Fedathi: contributos para o desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático de crianças e adolescentes com mielomeningocele no contexto hospitalar de reabilitação em Fortaleza/Ceará/Brasil. 2022.

Introdução ao Polígono Fedathi – Panaroma Geral" Hermínio Borges Neto. (2022, Abril 18). [Video]. You Tube. Retrieved June 17, 2024, from <https://www.youtube.com/watch?v=3xc8yePWN-o>

FELÍCIO, Milínia Stephanie Nogueira Barbosa; MENEZES, Daniel Brandão; NETO, Hermínio Borges. Formação fedathi generalizável: Metodologia de formação de professores. **Boletim Cearense de Educação e História da Matemática**, v. 7, n. 19, p. 24-40, 2020.

FELÍCIO, Milínia Stephanie Nogueira Barbosa. *O MÉTODO DE FORMATAÇÃO SEQUÊNCIA FEDATHI: O BOM FORMADOR SOB A PERSPECTIVA DA FORMATAÇÃO FEDATHI GENERALIZADA*. 2024. 285 fls. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Educação Brasileira, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2024.

BARBOSA, Jéssica de Castro. Raízes: Concepções Teóricas, pedagógicas e tecno-práticas de um objeto educacional digital (OED) baseado na Sequência Fedathi. 2020. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-graduação em Educação, Fortaleza, 2020.

Colaboradores da Wikipédia. (2024, 16 de janeiro). Thomas W. Malone. Na *Wikipédia, A Enciclopédia Livre* . Recuperado às 23h46, 29º de fevereiro de 2024, em [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Thomas\\_W.\\_Malone&oldid=1196114291](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Thomas_W._Malone&oldid=1196114291).

MENEZES, Cláudia Cardinale Nunes; BORTOLI, Robélius. Gamificação: surgimento e consolidação. **Comunicação & Sociedade** , v. 1, pág. 267-297, 2018.

LIBÂNEO, José Carlos. **didática**. Cortez Editora, 2006.

FARDO, Marcelo Luís. A gamificação como estratégia pedagógica: estudo de elementos dos jogos aplicados em processos de ensino e aprendizagem. 2013.

SALEN, Katie; ZIMMERMAN, Eric. **Regras do jogo: fundamentos do design de jogos (vol. 1)**. Editora Blucher, 2012.

PAGANINI, Érico Rodrigues; DE SOUSA BOLZAN, Márcio. Ensinando física através da gamificação. **Pesquisa em Ensino de Física 2**, p. 75, 2016.

DE ALMEIDA, Rafael Gomes. O aumento do engajamento no aprendizado através da gamificação do ensino. **Revista do Seminário Mídias & Educação**, v. 1, 2015.

DA SILVA, João Batista; SALES, Gilvandenys Leite. Um panorama da pesquisa nacional sobre gamificação no ensino de Física. **Revista Tecnia**, v. 2, n. 1, p. 105-121, 2017.

SILVA, João Batista da; SALES, Gilvandenys Leite; CASTRO, Juscileide Braga de. Gamificação como estratégia de aprendizagem ativa no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, 2019.

ZACHARIAS, Carlos Renato. Gamificação no Ensino de Física Experimental. **Atribuição- Não Comercial-Compartilha Igual CC BY-NC-SA**, p. 94, 2021.

DA SILVA LIMA, Simone Gabriely; PEREIRA, Evanice Alves; SALES, Kathia Marise Borges. Cibercultura e internet das coisas: os desdobramentos da educação na era digital. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 5, p. 53420-53435, 2021.

KIRNER, Cláudio; KIRNER, Tereza Gonçalves. Evolução e tendências da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada. **Realidade Virtual e Aumentada: Aplicações e Tendências. Cap**, v. 1, p. 10-25, 2011.

LOPES, LUANA MONIQUE DELGADO et al. Inovações educacionais com o uso da realidade aumentada: uma revisão sistemática. **Educação em Revista**, v. 35, 2019.

TORI, Romero; KIRNER, Cláudio; SISCOOTTO, Robson Augusto. **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**. Porto Alegre: Editora SBC, 2006.

HERPICH, Fabrício et al. Atividade educacional utilizando realidade aumentada para o ensino de física no ensino superior. **Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología**, n. 25, p. 68-77, 2020.

ACOSTA, Jorge Luis Bacca et al. Framework for designing motivational augmented reality applications in vocational education and training. **Australasian Journal of Educational Technology**, v. 35, n. 3, 2019.

GUIMARÃES, Sueli Édi Rufini; BORUCHOVITCH, Evely. O estilo motivacional do professor e a motivação intrínseca dos estudantes: uma perspectiva da teoria da autodeterminação. **Psicologia: reflexão e crítica**, v. 17, p. 143-150, 2004.

NETO, Martiniano Gomes Barros Cirqueira et al. Aplicabilidade da realidade aumentada no ensino de física. **Brazilian Journal of Development**, v. 10, n. 1, p. 470-483, 2024.

SILVA, Luiz Gustavo Pereira da; RUFINO, Hugo Leonardo Pereira. Revisão sistemática sobre as vantagens e desafios no uso de realidade aumentada como ferramenta pedagógica no ensino médio. **Educação UFSM**, v. 46, 2021.

HORVATH, Jorge E. **O ABCD da Astronomia e Astrofísica**. Editora Livraria da Física, 2008.

SENA, Wagner. A Importância da Astronomia para a Vida na Terra. Folha dos Lagos [online], Rio de Janeiro, 16 jan. 2024. Disponível em: <<https://www.folhadoslago.com/colunistas/post/a-importancia-da-astronomia-para-a-vida-na-terra/1716/>>. Acesso em 28 de fevereiro de 2024.

SIEMSEN, Giselle Henequin; LORENZETTI, Leonir. O ensino de Astronomia em uma abordagem interdisciplinar no Ensino Médio: potencialidades para a promoção da alfabetização científica e Tecnológica. In: **VIII WORKSHOP DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E EM MATEMÁTICA**. 2019. p. 10.

NOGUEIRA, Salvador; CANALLE, João Batista Garcia. Astronomia: ensino fundamental e médio. Brasília : MEC, SEB; MCT; AEB, 2009. 232 p.: il. – (Coleção Explorando o ensino; v. 11).

SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira. **Astronomia & Astrofísica**. Editora Livraria da Física, 2004.

MOREIRA, Tamiles Ferreira. **O ensino de astronomia do sistema solar: uma abordagem na educação básica**. Dissertação (Programa de Pós Graduação do Mestrado Profissional de Ensino de Física-MNPEF) - Instituto Federal do Amazonas e Universidade Federal do Amazonas. Manaus-AM, p.126. 2021.

BATISTA, Fernando Wagner Ferreira. **SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE UM MINICURSO DE ASTRONOMIA**. Dissertação (MNPEF)-Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará. Belém, p. 154. 2020.

NASA, Gov (2024). Fatos Sobre Marte. Disponível em:< <https://science.nasa.gov/mars/facts/>>. Acesso em 28 de janeiro de 2024.

GREGORIO-HETEM, J.; JATENCO-PEREIRA, V.; OLIVEIRA, C. M (2010). Fundamentos de astronomia. São Paulo, SP: IAG/USP. Recuperado de <http://www.astro.iag.usp.br/~jane/aga215/>.

MONTEIRO, Felipe Vieira de Melo. **Os planetas Gasosos**. InfoEscola. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/astrologia/planetas-gasosos/>>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2024.

ZABOT, Alexandre. Tema 07: O Sistema Solar, parte 1. 2018.

GUITARRARA, Paloma. "Saturno"; Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/saturno.htm>>. Acesso em 01 de março de 2024.

PICAZZIO, Enos. O céu que nos envolve: Introdução à Astronomia para educadores e iniciantes. 2011.

RODRIGUES, Cláudia Vilega. O sistema solar. INPE, **Introdução à astronomia e a astrofísica**. INPE-Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais. Fonte: [http://staff. on.br/maia/Intr\\_Astron\\_eAstrof\\_Curso\\_do\\_INPE](http://staff.on.br/maia/Intr_Astron_eAstrof_Curso_do_INPE). 2003.

BETZLER, Alberto Silva. **Aplicações da mecânica não extensiva na astrofísica de pequenos corpos do sistema solar**. Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial) - Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica. Salvador-BA, p.204. 2015.

CINTURÃO DE KUIPER. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2024. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Cintur%C3%A3o\\_de\\_Kuiper&oldid=67564609](https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Cintur%C3%A3o_de_Kuiper&oldid=67564609)>. Acesso em: 2 mar. 2024.

PEREIRA, Adriana Soares et al. Metodologia da pesquisa científica. 2018.

GODOY, Arilda Schmidt. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de empresas**, v. 35, p. 20-29, 1995.

ZANETTE, Marcos Suel. Pesquisa qualitativa no contexto da Educação no Brasil. **Educar em Revista**, p. 149-166, 2017.

CORRÊA, Giovana Camila Garcia; DE CAMPOS, Isabel Cristina Pires; ALMAGRO, Ricardo Campanha. Pesquisa-ação: uma abordagem prática de pesquisa qualitativa. **Ensaios pedagógicos**, v. 2, n. 1, p. 62-72, 2018.

PEREIRA, Cintia; COUTINHO, Diogenes José Gusmão. PESQUISA QUALITATIVA NA ÁREA DA EDUCAÇÃO. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 9, n. 3, p. 992-1001, 2023.

DOS SANTOS, A. M.; VICTOR BATISTA, R.; LIMA DE OLIVEIRA, E. .; DE ARAÚJO LOPES, F. . O diário de bordo como uma ferramenta de avaliação para identificação de aprendizagens e dificuldades no ensino de física. **Peer Review**, [S. l.], v. 5, n. 23, p. 198–213, 2023. DOI: 10.53660/1318.prw2834. Disponível em: <https://peerw.org/index.php/journals/article/view/1318>. Acesso em: 4 mar. 2024.

VASCONCELOS, Francelina Elena Oliveira; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira. O estudo da Astronomia e a motivação para o Ensino de Física na educação básica. **Simpósio Nacional ABREU**, Renato Oliveira et al. **A realidade aumentada como recurso didático alternativo para o ensino de astronomia: uma sequência didática para o estudo do sistema solar**. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciências e Matemática) – Pós- Graduação em Educação de Ciências e Matemática - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Goiás, 2015.

DO NASCIMENTO, Robson Raabi; DO NASCIMENTO, Pricylla Santos Cavalcante. Gamificação para o ensino de Física: o que falam as pesquisas. **Revista Vivências em Ensino de Ciências**, p. 168, 2018.

STUDART, Nelson. A gamificação como design instrucional. **Revista Brasileira de Ensino de Física** , v. e20210362, 2021.

BELTRÃO, Rinaldo Cesar; SOUZA, Carla Maria Pinto; SILVA, Cláudia Patricia Silverio. Contrato didático e suas influências na sala de aula. **Educação Matemática Pesquisa Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática**, v. 12, n. 2, 2010.

DOS SANTOS, Joelma Nogueira; NETO, Hermínio Borges; PINHEIRO, Ana Cláudia Mendonça. A ORIGEM E OS FUNDAMENTOS DA SEQUÊNCIA FEDATHI: UMA ANÁLISE HISTÓRICO-CONCEITUAL. **Boletim Cearense de Educação e História da Matemática**, v. 6, n. 17, p. 06-19, 2019.

SOARES, Raianny Lima. SEQUÊNCIA FEDATHI EM AMBIENTES VIRTUAIS DE ENSINO: Diálogos sobre o ensino intencional na educação a distância. In: BORGES NETO, Hermínio (org). Sequência Fedathi Além das Ciências Duras. Curitiba, PR: CRV, 2017. p. 101-119.

PIROLO, Maria Amélia Miranda; FOCHI, Marcos Alexandre Bazeia. A pesquisa de opinião: o “ver” e o “fazer” das relações públicas. In: **INTERCOM–Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação XXIV Congresso Brasileiro da Comunicação–Campo Grande/MS–setembro**. 2001.

GIL, Antônio Carlos. Metodologia da pesquisa. **São Paulo: Atlas**, 2002.

MERGE EXPLORER RA. (2019). Disponível em: [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.MergeCube.EDUExplorer&hl=pt\\_BR&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.MergeCube.EDUExplorer&hl=pt_BR&gl=US). Acesso em 21 de agosto de 2023.

MAKERZINE. Como fazer seu merge cube (2019). Disponível em: <https://www.makerzine.com.br/educacao/como-fazer-seu-merge-cube/>. Acesso em 21 de agosto de 2023.

BEZERRA, Antonio, Marcelo, Araújo. A COMPREENSÃO DO PLATEAU NO CAMPO DO ENSINO DAS CIÊNCIAS. In: BORGES NETO, Hermínio (org). Sequência Fedathi Além das Ciências Duras. Curitiba, PR: CRV, 2017. p. 46-59.

BORGES NETO, Hermínio; BORGES, Suzana Maria Capelo. As tecnologias digitais no desenvolvimento do raciocínio lógico. **Linhas Críticas**, v. 13, n. 24, p. 89-102, 2007.

GARCIA, Rodrigo, **Guerra. Realidade Aumentada e Metodologias Inovativas Na Educação**. São Paulo: Editora Dialética, 2023.

RODRIGUES, Iliane, M<sup>a</sup>. Pimenta. APRENDIZAGEM COOPERATIVA E A SEQUÊNCIA FEDATHI NO ENSINO DE MATEMÁTICA: alianças possíveis? In: BORGES NETO, Hermínio (org). Sequência Fedathi Além das Ciências Duras. Curitiba, PR: CRV, 2017. p. 61-81.

SANTANA, A. C. Sousa; BORGES NETO, Hermínio. SEQUÊNCIA FEDATHI E PEDAGOGIA MÃO NO BOLSO: reflexões sobre o contexto educacional nos Centros Rurais de Inclusão Digital (CRID). In: FERREIRA, B. O.; HASLINGER, E.; XAVIER, J. B. (org.). **Práticas Educomunicativas**. 1. ed. São Paulo. ABPEducom, 2019.

MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti et al. Ensino: as abordagens do processo. 1986.

NETO, J. S.; CERQUEIRA, G. S.; BORGES NETO, S.; SOUSA, E. P.; A SEQUÊNCIA FEDATHI: proposta metodológica no ensino de Anatomia. **book: Itinerários de resistência:**

**pluralidade e laicidade no Ensino de Ciências e Biologia. Campina Grande, PB: Realize Editora, p. 4787-4795, 2021.**

BRUNER, Jerome. Sobre a teoria da instrução. 1. ed. São Paulo: Ph editora, 2006. 172 p. ISBN 85-99860-05-4.

FELÍCIO, Milínia Stephanie Nogueira Barbosa; MENEZES, Daniel Brandão; BORGES NETO, Herminio. SEQUÊNCIA FEDATHI PARA MUDANÇA DE PRÁTICA: estudo de caso de uma experiência com o teatro científico. **Revista Teias**, v. 22, n. 64, p. 132-150, 2021.

FELÍCIO, Milínia Stephanie Nogueira Barbosa. *O MÉTODO DE FORMATAÇÃO SEQUÊNCIA FEDATHI: O BOM FORMADOR SOB A PERSPECTIVA DA FORMATAÇÃO FEDATHI GENERALIZADA*. 2024. 285 fls. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Educação Brasileira, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2024.

GOI, Mara Elisângela Jappe; SANTOS, Flávia Maria Teixeira dos. Contribuições de Jerome Bruner: aspectos psicológicos relacionados à Resolução de Problemas na formação de professores de Ciências da Natureza. **Ciências & Cognição. Rio de Janeiro, RJ. Vol. 23, n. 2 (2018), p. 315-332, 2018.**

CORREIA, Paulo RM et al. Por que vale a pena usar mapas conceituais no ensino superior?. **Revista de graduação USP**, v. 1, n. 1, p. 41-51, 2016.

SANTOS, Anderson Oramisio et al. O ENSINO-APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA: CONTRIBUIÇÕES DE NOVAK E A TEORIA DOS MAPAS CONCEITUAIS. **Cadernos da FUCAMP**, v. 20, n. 46, 2021.

BEZERRA, Antônio Marcelo Araújo; BORGES NETO, H.; SANTOS, M. J. C. As relações entre a Sequência Fedathi e a Aprendizagem em Espiral: um estudo sobre a construção do conhecimento. **Laboratório de pesquisas Multimeios. Disponível em <http://blogs.multimeios.ufc.br/sitemmproducaocientifica/files/2023/07/Bezerra-Borges-Neto-e-Santos.pdf>, 2023.**

CRUZ, Marlon Messias Satana. FREIRE, Paulo. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. São Paulo. Paz e Terra, 1996 (Coleção leitura), 166p. **Revista Entreideias: educação, cultura e sociedade**, n. 13, 2008.

SOARES, Thiago Arrais; NOBRE, F. A. Silva. APERGUNTA. In: BORGES NETO, Hermínio (org). SEQUÊNCIA FEDATHI: Fundamentos. Curitiba, PR: CRV, 2018. p. 27-36.

KHAN, Salman. **Um mundo, uma escola: a educação reinventada**. Editora Intrínseca, 2013.

SANTANA, Ana Carmem De Sousa. **Uma proposta de ciclos Formativos Em Educomunicação Baseados Na Práxis Fedathiana: O Case do CRID**. 2019. 253 f. Tese (Doutorado em Educação Brasileira) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Ceará, 2019.

MENEZES, Daniel, Brandão. SOLUÇÃO In: BORGES NETO, Hermínio (org). SEQUÊNCIA FEDATHI: Fundamentos. Curitiba, PR: CRV, 2018. p. 93-97.

MENEZES, Daniel, Brandão. A PROVA. In: BORGES NETO, Hermínio (org). SEQUÊNCIA FEDATHI: Fundamentos. Curitiba, PR: CRV, 2018. p. 99 - 104.

SANTANA, A. C. de Souza. MÃO NO BOLSO: postura, metodologia ou pedagogia? In: BORGES NETO, Hermínio (org). SEQUÊNCIA FEDATHI: Fundamentos. Curitiba, PR: CRV, 2018. p. 15-22.

RODRIGUES, Iliane Maria Pimenta. ACORDO DIDÁTICO. In: BORGES NETO, Hermínio (org). SEQUÊNCIA FEDATHI: Fundamentos. Curitiba, PR: CRV, 2018. p. 55-60.

SILVA, Miguel Ângelo. TOMADA DE POSIÇÃO. In: BORGES NETO, Hermínio (org). SEQUÊNCIA FEDATHI: Fundamentos. Curitiba, PR: CRV, 2018. p. 81-86.

FONTENELE, F.C. Fernandes. MATURAÇÃO In: BORGES NETO, Hermínio (org). SEQUÊNCIA FEDATHI: Fundamentos. Curitiba, PR: CRV, 2018. p. 99 - 104.

CASTOLDI, Rafael; POLINARSKI, Celso Aparecido. A utilização de recursos didático-pedagógicos na motivação da aprendizagem. **I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 684, 2009.

PRADO, Lenita Pontin do. Percepções de alunos sobre a autoavaliação no ensino-aprendizagem de inglês. 2019.

DOS SANTOS, Antonio Marques et al. O diário de bordo como uma ferramenta de avaliação para identificação de aprendizagens e dificuldades no ensino de física. **Peer Review**, v. 5, n. 23, p. 198-213, 2023.

BATISTA, Tailine Penedo. O Diário de Bordo: uma forma de refletir sobre a prática pedagógica. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 2, n. 3, p. 287-293, 2019.

CAVALCANTE, Artur Araújo; SALES, Gilvandenys Leite; DA SILVA, João Batista. Tecnologias digitais no Ensino de Física: um relato de experiência utilizando o Kahoot como ferramenta de avaliação gamificada. **Research, Society and Development**, v. 7, n. 11, p. 7711456, 2018.

SILVA, Patrick Oliveira da et al. Os desafios no ensino e aprendizagem da Física no Ensino Médio. 2018.

ESTEVAM, P. (Janeiro, 2023). Neuroeducação no processo de aprendizagem: entenda os benefícios e dicas de investir. Rubeus. Disponível em: <<https://rubeus.com.br/blog/neuroeducacaonoprocessoaprendizagem/#:~:text=A%20neuroeduca%C3%A7%C3%A3o%20C3%A9%20uma%20abordagem,a%20Psicologia%20e%20%20Neuroci%C3%A4ncia>>. Acesso em: 10 de março de 2024.



**SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

# **ASTRONOMIA DO SISTEMA SOLAR**

**Uso da Realidade Aumentada no ensino gamificado segundo os Pressupostos da Sequência Fedathi**



**Raniere Andrade Brito**



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

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DO CEARÁ-IFCE  
DEPARTAMENTO DE LICENCIATURA EM FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA  
POLO 56**

Raniere Andrade Brito

**PRODUTO EDUCACIONAL**

**ASTRONOMIA DO SISTEMA SOLAR: Uso da  
Realidade Aumentada no ensino gamificado  
segundo os Pressupostos da Sequência Fedathi**

Sobral  
2024

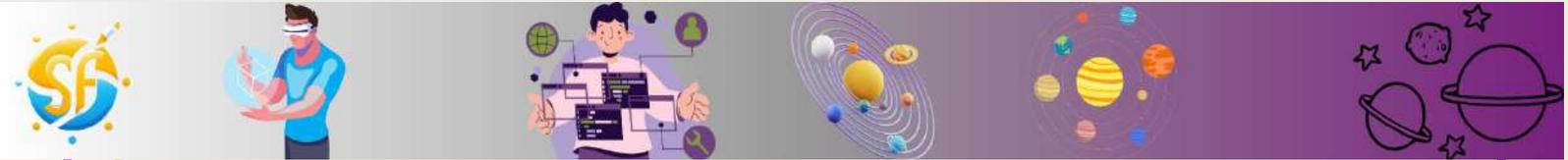
Raniere Andrade Brito

**ASTRONOMIA DO SISTEMA SOLAR: Uso da Realidade Aumentada no ensino gamificado segundo os Pressupostos da Sequência Fedathi**

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: USO DA REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO GAMIFICADO DA ASTRONOMIA DO SISTEMA SOLAR SEGUNDO OS PRESSUPOSTOS DA SEQUÊNCIA FEDATHI, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 56 – IFCE / UVA, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:  
Francisco Leandro de Oliveira Rodrigues

Sobral  
2024

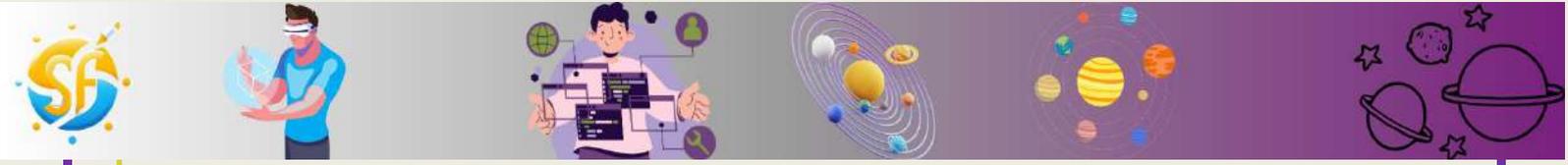


## APRESENTAÇÃO

A sequência didática proposta integra a Sequência Fedathi como ferramenta principal, combinada com elementos de gamificação e um aplicativo de realidade aumentada, para enriquecer o ensino de conceitos de Astronomia. Este material foi cuidadosamente planejado para ser aplicado em sete encontros, cada um com a duração de 100 minutos, proporcionando um tempo adequado para a exploração dos conteúdos e a interação dos alunos com as atividades propostas. É essencial que os professores interessados em aplicar essa sequência tenham conhecimento prévio sobre a Sequência Fedathi, conforme detalhado no capítulo 2, que oferece o embasamento teórico necessário para a aplicação correta da metodologia.

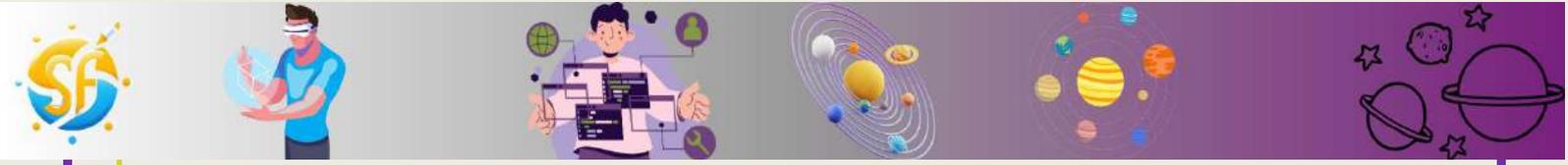
Além disso, a fundamentação teórica sobre gamificação, realidade aumentada e os conceitos astronômicos abordados está exposta nos capítulos 3, 4 e 5, respectivamente. Esses capítulos fornecem uma base sólida e atualizada sobre as abordagens pedagógicas e tecnológicas utilizadas, permitindo que os educadores compreendam profundamente os benefícios e as aplicações dessas ferramentas no contexto educacional. Professores que já dominam esses conceitos podem avançar diretamente para o capítulo 6, onde encontrarão uma descrição detalhada e didática da sequência, incluindo o comportamento esperado do professor durante a aplicação. Este capítulo serve como um guia prático para a implementação eficiente da sequência didática, garantindo que os objetivos educacionais sejam alcançados de maneira eficaz.

Nos apêndices, encontram-se recursos adicionais para facilitar o trabalho do professor. O apêndice A contém os planos de ensino, cuidadosamente elaborados para orientar cada encontro, garantindo uma progressão lógica e coerente dos conteúdos. O apêndice B fornece os questionários de pesquisa de opinião e os questionários de pré-teste e pós-teste, instrumentos essenciais para avaliar a eficácia da sequência didática e o desenvolvimento dos alunos ao longo do processo. No decorrer da descrição da sequência didática, em notas de rodapé, dá acesso aos slides utilizados em cada aula, textos de apoio e links para instruções de uso das ferramentas Plickers, Kahoot e Merge Explorer. Estes materiais complementares são projetados para oferecer um suporte abrangente ao professor, garantindo uma experiência de ensino e aprendizagem mais interativa e envolvente, promovendo um ambiente educacional dinâmico e estimulante.



# SUMÁRIO

<b>1 - INTRODUÇÃO.....</b>	<b>6</b>
<b>2 - A SEQUÊNCIA FEDATHI.....</b>	<b>9</b>
<b>3 - GAMIFICAÇÃO NA EDUCAÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>4 - REALIDADE AUMENTADA.....</b>	<b>14</b>
<b>5 - SISTEMA SOLAR.....</b>	<b>17</b>
5.1 - Planeta Mercúrio.....	18
5.2 - Planeta Vênus.....	19
5.3 - Planeta Terra.....	20
5.4 - Planeta Marte.....	21
5.5 - Planeta Júpiter.....	22
5.6 - Planeta Saturno.....	23
5.7 - Planeta Urano.....	24
5.8 - Planeta Netuno.....	25
5.9 - Cinturão de Asteroides.....	26
5.10 - O Cinturão de Kuiper e os limites do sistema solar.....	28
5.11 - Cometas.....	29
<b>6 - SEQUÊNCIA FEDATHI PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA.....</b>	<b>31</b>
6.1 - Divisão das equipes e aplicação do pré-teste.....	32
6.2 - Construção do Cubo Merge e Introdução ao Merge Explorer.....	33
6.3 - Introdução ao sistema solar.....	35
6.4 - Os planetas rochosos.....	37
6.5 - Os planetas gasosos.....	39
6.6 - Cinturão de asteroides.....	41
6.7 - Revisitando o sistema solar e aplicação do pós-teste.....	43
<b>7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>45</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>47</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>51</b>
Apêndice A – Sugestões de planos de aula.....	51
Apêndice B – Instrumentos de coletas de dados.....	65
<b>ANEXO I.....</b>	<b>68</b>



## 1 INTRODUÇÃO

A Sequência Didática aqui apresentada faz parte da dissertação de mestrado do programa de Pós-Graduação: Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF). Esta sequência didática é uma proposta de ensino da astronomia do sistema solar utilizando principalmente a Sequência Fedathi, aliada à realidade aumentada e à gamificação.

A Sequência Fedathi é uma metodologia de ensino que coloca o professor no papel de mediador das situações criadas com os alunos. Ao mediar uma situação de ensino, o professor deve conhecer o ambiente de ensino e os sujeitos da aprendizagem. Além disso, é importante mencionar que a proposta Fedathi permite que os professores ajam com base em princípios que orientam seu trabalho, criem um ambiente de ensino mais favorável e acrescentem um conjunto de conhecimentos que certamente farão parte de sua rotina (BORGES NETO, 2018). Além disso, Oliveira (2022), afirma que o professor que se depara na situação de uso dos fundamentos da SF está inserido num ambiente de aprendizagem no qual o seu papel é mediar a aprendizagem através de vários elementos, no caso desta SD, a RA e gamificação

Nesse contexto Nascimento Júnior (2017), afirma que a Realidade Aumentada (RA) é uma variação da Realidade Virtual, caracterizada pela combinação de elementos virtuais com um ambiente real. Sua aplicação pode ser encontrada em uma variedade de contextos sociais, como planejamento cirúrgico, entretenimento e educação. Contribuindo com o exposto, Lopes et al. (2019), afirmam que na educação o uso da RA auxilia tanto na motivação para a aprendizagem quanto na transmissão de conteúdos escolares.

Na gamificação não é diferente, Teixeira (2014), diz que a gamificação tem o potencial de explorar os aspectos cognitivos, sociais, religiosos e motivacionais do aluno. Fazer com que as pessoas percebam diretamente o que aprendem ou aprendem no trabalho pode motivá-las. A gamificação também pode envolver o aprendiz e incentivá-lo a estudar e pensar criticamente, pois permite a colaboração e interação.

Pretende-se com esse produto educacional tornar a abordagem dos conceitos referentes à astronomia do sistema solar menos enfadonha ao fugir do caráter expositivo



que caracteriza a maioria das aulas de astronomia na educação básica. A Sequência Didática desenvolvida e aqui apresentada visa:

- Tornar os conceitos da astronomia do sistema solar mais interativos e motivacionais;
- Desenvolver uma sequência didática voltada ao aspecto interacionista entre professor e aluno, provocando neste último um aprendizado efetivo e integral;
- Mediar uma sequência didática pelas etapas e fundamentos da sequência Fedathi de Herminio Borges Neto;
- Elaborar uma metodologia didática inovadora ao unir a teoria de desenvolvimento e aplicação da sequência Fedathi com Realidade Aumentada e Gamificação;
- Desenvolver a capacidade de pesquisa nos alunos da educação básica que participem de aulas que contemplem a abordagem da referida Sequência Didática.

Este material instrucional está organizado em sete capítulos. No primeiro capítulo, é apresentada uma visão geral do estudo, os objetivos deste produto e como ele está organizado. No segundo capítulo, são abordadas de forma breve as etapas e fundamentos da Sequência Fedathi, incluindo suas características e princípios. No capítulo três, são apresentados os fundamentos e características da gamificação e sua aplicação na educação. No capítulo quatro, são discutidos os conceitos e fundamentos da Realidade Aumentada e seu uso no contexto educacional. No quinto capítulo, são explorados os conteúdos de astronomia do sistema solar, dividido em onze seções, abordando a exploração e evolução do sistema solar desde seu surgimento, as características dos planetas e outros corpos celestes. Este capítulo apresenta uma análise detalhada dos conceitos astronômicos relevantes para a compreensão do tema em questão. O sexto capítulo detalha como essa sequência pode ser aplicada em sala de aula, oferecendo ao professor acesso ao material e técnicas para aplicação desta sequência didática. Por fim, no sétimo e último capítulo, é realizado um diagnóstico final sobre os resultados tangíveis e intangíveis da aplicação deste produto educacional. Espera-se que este trabalho alcance o professor de sala de aula e tenha um impacto positivo na aprendizagem dos alunos.





## 2 SEQUÊNCIA FEDATHI

A Sequência Fedathi é uma metodologia de ensino que teve seu desenvolvimento em meados da década de 90 durante o doutorado do seu criador Hermínio Borges Neto (SANTOS; PINHEIRO E BORGES NETO, 2019). Criada inicialmente com o objetivo de desenvolver nos estudantes o comportamento de um matemático ao se deparar com um problema (SOUZA, 2013), Borges Neto (2018) assegura que, com o aumento das pesquisas no âmbito da Sequência Fedathi, ela está cada vez mais utilizada em outras áreas que não sejam a matemática.

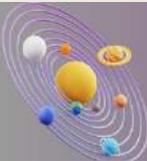
A Sequência Fedathi é composta por quatro etapas sequenciais e correlacionadas: Tomada de Posição, Maturação, Solução e Prova (SOUZA, 2013), cada uma dessas etapas tem um papel importante dentro da Sequência Didática, norteando a atividade docente na elaboração dos processos didáticos (BORGES NETO, 2018).

**Quadro 2.1** – Etapas da Sequência Fedathi: Definições.

FASES	DESCRIÇÃO
<b>Tomada de posição</b>	O professor exhibe o problema para o aluno, partindo de uma situação generalizável, ou seja, de uma circunstância possível de ser abstraída de seu contexto particular, para um modelo matemático genérico.
<b>Maturação</b>	O professor inicia as discussões com o aluno sobre a atividade proposta na tomada de posição, adotando a pedagogia mão no bolso para observar como os alunos desenvolvem suas ações. Respeitando o tempo de maturação do aluno, tendo paciência para esperar que chegue à solução. Instigando a participação ativa dos estudantes, buscando manter a motivação provocada na tomada de posição, usando perguntas e contraexemplos para lidar com dúvidas e dificuldades dos discentes. Propondo a colaboração da equipe, analisando os possíveis erros dos alunos
<b>Solução</b>	Fase da Sequência Fedathi em que ocorrem a representação e organização de esquemas e/ou modelos encontrados que visem a solução do problema apresentado na Tomada de Posição por meio da troca de ideias, atuação do professor como mediador, uso de contraexemplos e a exposição de várias soluções para o mesmo problema.
<b>Prova</b>	É momento da ação docente de sintetizar ou modelar a situação apresentada na tomada de posição, formalizando e sintetizando o conteúdo com o intuito de generalizar para que a solução encontrada seja aplicada em outras situações e contextualizações.

Fonte: BORGES NETO (2019, p. 6).





Estas etapas, chamadas por Borges Neto (2018) de vivência, possuem desenvolvimento fundamentados em princípios, aos quais o autor classifica como essenciais para que a vivência ocorra adequadamente. Neste contexto, Pinheiro e Pinheiro (2019) destacam que essas etapas e princípios norteiam o trabalho do professor no sentido de orientar uma sequência didática semelhante ao processo investigativo encontrado no método científico (PINHEIRO; PINHEIRO, 2019) Dessa forma, cabe aqui destacar esses princípios e definições de acordo com Borges Neto (2019, p. 7):

**Quadro 2.2** – Princípio e definições usados na Sequência Fedathi.

PRINCÍPIOS	DESCRIÇÃO
<b>Pedagogia mão no bolso</b>	Pressupõe ao professor atenção, segurança e ousadia para – se necessário for – intervir. Tem como objetivo estimular os alunos à pesquisa, à reflexão, ao senso de investigação, à colaboração e à sistematização do conhecimento, ou seja, a Sequência Fedathi intenciona ressignificar os papéis em sala de aula, que, por muitos anos, estiveram assentados nos atos de falar e ditar por parte do mestre, na perspectiva tradicional de ensino.
<b>Mediação</b>	É uma ação docente que busca favorecer a imersão do aluno à prática do pesquisador, que desenvolve o conteúdo que se pretende ensinar. É um processo deliberado, intencional que estimula a busca do significado.
<b>Acordo Didático</b>	O acordo precisa ser didático por ser a definição de atitudes – junto a estratégias e técnicas – que serão utilizadas na sala de aula que, por terem na Sequência Fedathi o caráter multilateral, devem resultar da parceria entre os envolvidos, no caso, professor e aluno.
<b>Pergunta</b>	Refere-se a uma situação em que o professor interpela, interroga, instiga o aluno a pensar sobre o problema proposto como desafio para sua aprendizagem ou situações outras de estudo. Nesse sentido, a pergunta é uma proposição instigatória, finalizada com o ponto de interrogação.
<b>Contraexemplo</b>	É usado com o intuito de mediar a aprendizagem discente, a fim de desequilibrar o estudante, fomentando neste a reflexão sobre sua ação. O professor deve promover circunstâncias que motivem os alunos a refletirem sobre suas ações, mediante perguntas e contraexemplos, proporcionando conclusões baseadas na análise
<b>Plateau</b>	Está relacionado aos caminhos e possibilidades do professor na constituição dos saberes discentes. Parte dos conjuntos de conhecimentos compreendidos pelos alunos e dominados pelos professores, utilizando estratégias, como elaboração de diagnósticos por questionários ou conjunto de questões pelo professor, uma revisão dos principais pontos a serem discutidos no conteúdo ou, até mesmo, uma conversa informal entre os pares.

Fonte: BORGES NETO (2019, p.7).





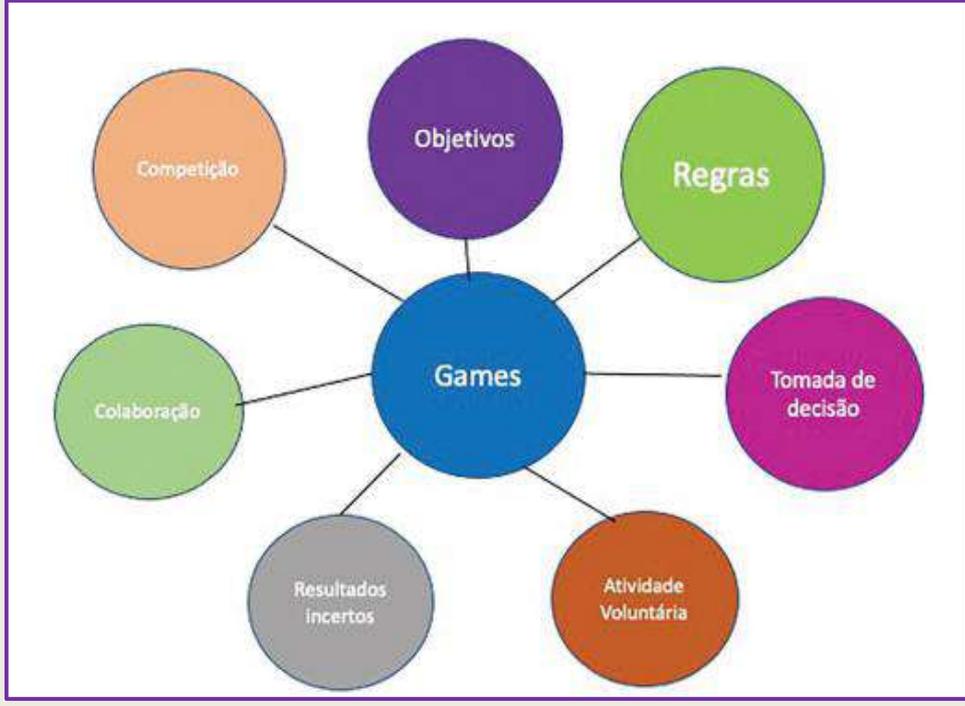
Vale destacar que ao longo dos anos vem sendo acrescentados à Sequência Fedathi novos significados no que se refere a novos princípios que com as pesquisas surgem com características de enriquecer cada vez mais essa Sequência Didática. Por exemplo: a *Situação Adidática*, a *Concepção do erro* e a *Gambiarra Situacional* são princípios que aparecem na Sequência Fedathi e que não constam descrição na tabela 2. Visto isso, Mendonça (2018) descreve o princípio da “*Situação Adidática*” como o momento em que o aluno se torna independente pelo que aprende, ou seja, mesmo que o professor na situação de mediador esteja intencionalmente disposto a ensinar, o aluno constrói seu próprio saber sem a interferência do professor. Melo (2018) afirma que o “*erro*” aparece na etapa da **solução**. Para a autora, o “*erro*” surge como resultado de pensamentos conclusivos derivados de um problema específico. Tais conclusões podem ser corretas ou incorretas, mas é essencial explorá-las devidamente, uma vez que a correção não está na visão do professor, mas sim na resposta eficaz à pergunta proposta. Por sua vez, Santana (2019) surge com a ideia da “*Gambiarra Situacional*”, para ela, esse princípio é um importante método inicial, evitando que as soluções dos alunos sejam consideradas erros imediatamente, mas sim como oportunidades para descobrir novas soluções. Depois disso, essas soluções podem ser aprimoradas e ampliadas, o que permite inovações mais complexas. O reconhecimento, a descrição e a validação dessas “*gambiarrras*” em contextos educacionais são essenciais para a criação de métodos alternativos de transformação do conhecimento em conjunto com os alunos com o objetivo de alcançar a generalização científica.

É neste contexto que essa Sequência Didática está pautada. Através dos fundamentos da vivência da Sequência Fedathi em suas etapas, ao mesmo tempo em que as etapas ganham significado à medida que os princípios são aplicados. A estruturação desta **Sequência Didática** foi pensada principalmente no confere a prática do professor em sua utilização, seguir as etapas da sequência, fazendo uso dos princípios em momentos oportunos de acordo com as exigências didáticas.

### 3 GAMIFICAÇÃO NA EDUCAÇÃO

A gamificação, que teve início nos estudos de Thomas Malone na década de 1980, busca aplicar elementos de videogames em contextos não relacionados a jogos para aumentar o envolvimento e a motivação dos usuários. Desde a definição do termo por Nick Pelling em 2003, a compreensão da gamificação tem evoluído, com Deterning et al. (2011) definindo-a como a aplicação de elementos de jogos em contextos fora dos jogos. Esses elementos de jogos que Deterning e colaboradores afirmam ser necessários para tornar uma atividade ou ambiente gamificado é diagramado por Studart (2022).

**Figura 3.1-** Diagramação dos elementos de um game na definição de Studart.



Fonte: Studart (2022).

Na educação, a gamificação visa criar experiências de aprendizagem mais imersivas e eficazes, aproveitando os aspectos motivacionais e emocionais dos jogos. Almeida (2015) e Paganni e Bolzan (2016) relatam suas experiências exitosas da aplicação da gamificação em salas de aula, e destacam que ao gamificar um ambiente educacional com propósito no ensino resulta no maior engajamento dos alunos e conseqüentemente o resultado é o aprendizado. Para gamificar uma atividade educacional pode-se utilizar elementos dos jogos como: competição, conquista de pontos, atribuição

de recompensas entre outros. Essa abordagem pode substituir uma atividade expositiva para tornar o ensino mais atrativo (CNN, 2023).

Neste contexto, a gamificação não se trata apenas de tornar o ensino mais divertido, mas sim de criar experiências de aprendizagem mais imersivas e eficazes, que aproveitam os aspectos motivacionais e emocionais dos jogos para promover uma maior participação e aprendizado dos alunos. Em outras palavras, gamificação é mais do que apenas um termo; é uma técnica que incentiva as pessoas a resolver problemas usando mecanismos de jogos (PAGANINI; DE SOUSA BOLZAN, 2016).

**Figura 3.2** – Experiência em atividade gamificada (Kahoot) aplicada em sala de aula.



Fonte: Autor (2023).

No Brasil, a aplicação da gamificação no ensino de física está em crescimento, embora ainda seja uma área relativamente nova, conforme evidenciado por Silva e Sales (2017). Estudos como o de Silva et al. (2019) demonstram o potencial da gamificação na promoção da aprendizagem ativa em física, enquanto Zacarias (2021) destaca como a gamificação pode tornar as aulas de física mais envolventes e facilitar a compreensão dos conceitos, estimulando o engajamento dos alunos através de desafios e problemas contextualizado.

## 4 REALIDADE AUMENTADA

A consolidação da Realidade Aumentada ocorreu por volta dos anos de 1990 apesar de suas origens terem surgidos nos anos de 1950, porém o primeiro projeto com Realidade Aumentada foi realizado em 1981 pelas forças americanas para treinamento militar, este projeto consistia basicamente em um capacete que fornecia informações virtuais e em tempo real do avião no qual o piloto se encontrava através de um simulador (FERREIRA, 2014).

Na literatura, encontram-se várias maneiras de definição para Realidade Aumentada. Azuma et al (2001), por exemplo, afirmam que a Realidade Aumentada é um fenômeno de suplementação de espaços reais com a inserção de objetos virtuais e que esse tipo de combinação tecnológica deve proporcionar a interatividade em tempo real.

Kirner e tori (2006) compartilham a ideia de que partindo dessa definição de Azuma é possível por exemplo sobrepor um vaso com flores virtual sobre uma mesa real para interação entre o usuário e a cena em tempo e espaços reais.

**Figura 4.1** – Realidade Virtual com vaso e carro sobre uma mesa.



Fonte: KIRNER; TORI (2006).

No campo educacional, o uso de Realidade Aumentada em dispositivos móveis tem aumentado nos últimos anos. Pesquisadores têm investigado como essas ferramentas podem auxiliar o ensino e a aprendizagem. A física, é um campo de pesquisa fascinante, que permite a criação de simulações de níveis micro e macro, que muitas vezes não podem ser representadas no mundo real (HERPICH et al., 2020).

Acosta et al (2019, tradução nossa), reforça que um dos maiores benefícios da Realidade Aumentada nos processos de ensino é o fato da ferramenta aumentar o

entusiasmo do aluno pela aprendizagem. Neste sentido, um estudante motivado mostra-se envolvido no processo de aprendizagem, empenhando-se e persistindo em tarefas difíceis, usando estratégias personalizadas e aprendendo novas habilidades.

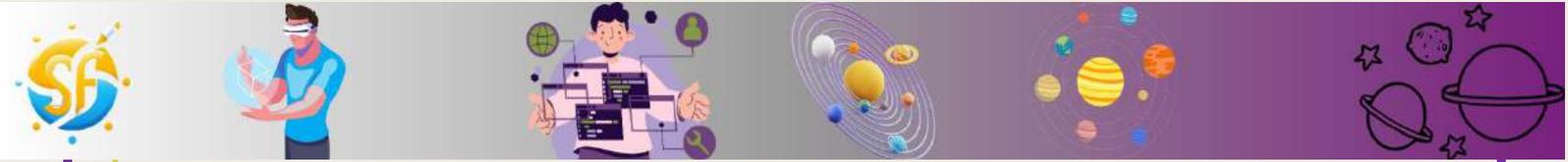
Garzòn e Azevedo (2019) *apud* Dantas (2023), desenvolvem um estudo para analisar o impacto que a Realidade Aumentada provoca na aprendizagem dos estudantes os achados pelos autores comprovam que a Realidade Aumentada afeta de forma moderada a aprendizagem dos alunos. Segundo os autores essa abordagem se mostra muito mais eficaz quando comparada com outras estratégias pedagógicas, como uso de recursos de multimídia e métodos de ensino tradicionais.

Em sua dissertação de mestrado, especificamente em seu produto educacional, Dantas (2023) desenvolve uma sequência didática para ensinar conceitos de astronomia usando um aplicativo de RA, o AR Solar System. Em seu relato, descreve que o uso da Realidade Aumentada na sequência didática atendeu as expectativas quanto aos objetivos traçados para seu uso, nos quais variam desde aspectos da motivação e engajamento até o alcance dos objetos de aprendizagem.

**Figura 4.2** – Interface do aplicativo de RA usado neste produto educacional: Merge Explorer.



Fonte: Autor (2024).



Para potencializar a aplicação da Sequência Fedathi nesta Sequência Didática foi usado o software Merge Explorer, no qual apresenta uma interface interativa que possibilita sobrepor objetos virtuais do sistema solar como planetas, Luas, asteroides e o próprio Sol no ambiente real. O objetivo de seu uso foi possibilitar aos estudantes interação mais palpável com os objetos do sistema solar. A experiência se mostrou relevante no que desrespeito ao engajamento e aprendizagem dos alunos ao operacionalizar o aplicativo no processo de execução das etapas da Sequência Fedathi.

## 5 SISTEMA SOLAR

Por muitos séculos, o assunto da origem do sistema solar foi uma área importante do pensamento científico e existem várias ideias atribuídas aos principais pensadores da história. A hipótese nebular, desenvolvida pelo filósofo alemão Emmanuel Kant (1724-1804) em 1755, é um marco histórico deste assunto. Kant defendia que uma nebulosa primordial havia formado o Sol e os outros planetas (HORVATH, 2008).

De acordo com Nogueira e Canalle (2009) a teoria mais aceita para o surgimento do sistema solar é de que ele surgiu há cerca de 4,6 bilhões de anos a partir de uma nuvem primitiva de gás e poeira. A gravidade envolveu sua contração ao longo de bolsas de milhões de anos, concentrando a maior parte da massa no centro, onde o Sol se formou. O núcleo original começou a girar, formando um disco devido à turbulência. O aumento da temperatura no centro levou à formação do Sol, enquanto a periferia esfriava, permitindo a solidificação da matéria. Partículas se uniram por colisões, formando os oito planetas que orbitam o Sol hoje.

**Figura 5.1** – Ilustração do sistema solar: Sol, planetas e Luas.

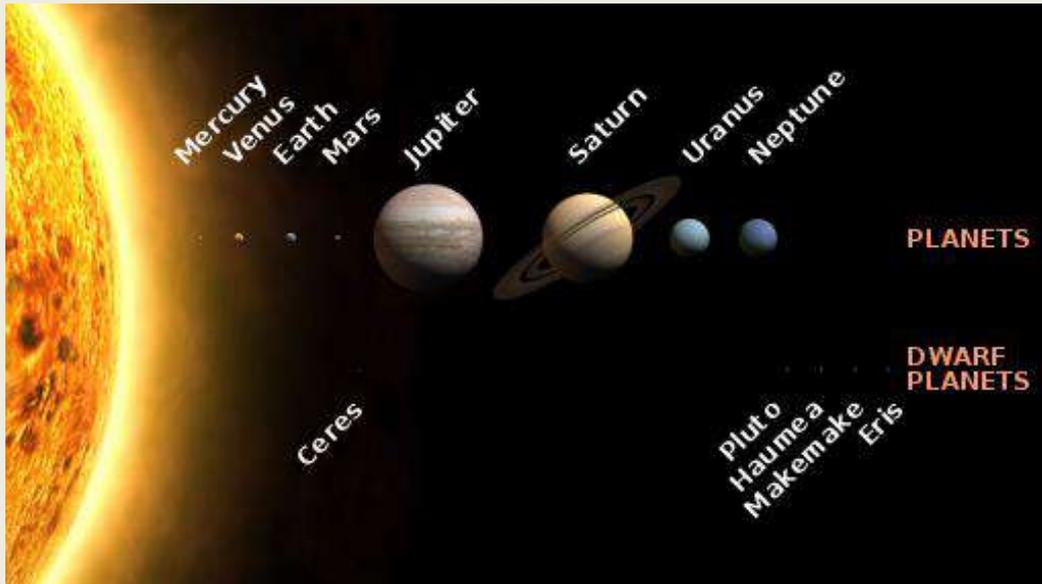


Fonte: Merge Edu (2023).

O Sol, oito planetas e seus satélites, como a Terra e a Lua, bem como outros corpos menores, como planetas anões, cometas e asteroides, compõem o Sistema Solar. Dos oito planetas, quatro são rochosos, ou terrestres, Mercúrio, Vênus, Terra e Marte, e os quatro últimos "gigantes gasosos", Júpiter, Saturno, Urano e Netuno, compõem o

Sistema Solar, em ordem crescente de distância do Sol. Os dois grupos orbitam um enxame de cascalho rochoso, o conhecido como Cinturão de Asteroides, e um enxame de cascalho gelado conhecido como Cinturão de Kuiper, que fica além dos gigantes gasosos (MOREIRA, 2021).

**Figura 5.2** – Sistema solar: planetas e planetas anões com apenas os tamanhos em escala.



Fonte: Wikimedia Common (2011).

Na sequência deste capítulo, será abordado um pouco sobre as principais características de cada planeta do sistema solar. A apresentação dos planetas será realizado em ordem de distância ao Sol, sendo os quatro planetas rochosos ou internos os primeiros na discussão em seguida os quatro planetas gasosos os últimos na discussão, em seguida o capítulo terá uma abordagem sobre o cinturão de asteroides e o cinturão de Kuiper.

## 5.1 Planeta Mercúrio

É o planeta mais próximo do Sol, o que torna difícil observá-lo no céu, mas pode ser visto a olho nu em configurações avançadas. Ambos os diâmetros (equatorial e polar) são de aproximadamente  $4,9 \times 10^6$  metros, e levam 88 dias para se moverem ao redor do Sol. A rotação é de 58 dias, 15 horas, 27 minutos e 42 segundos, e a rotação é de 58 dias, 15 horas, 27 minutos e 42 segundos (NOGUEIRA; CANALLE, 2009).

**Figura 5.3-** Imagem do planeta Mercúrio.



Fonte: Galactic Explorer (2023).

A temperatura de Mercúrio, que se concentra entre 100 K e 700 K nos lados escuro e iluminado respectivamente, fato este, descoberto na década de 1960 por meio da emissão de ondas de rádio, Ele é o planeta que gira com a maior velocidade em torno do Sol, cerca de  $1,80 \times 10^5 \text{ km/h}$  (MOREIRA, 2021). Sua gravidade, em comparação com a gravidade da Terra é baixa, de aproximadamente  $3,70 \text{ m/s}^2$ . Mercúrio é um planeta que não possui satélite evidência que se concretiza pelo seu tamanho e proximidade do Sol.

## 5.2 Planeta Vênus

**Figura 5.4-** Superfície de Vênus vista pela espaçonave Magalhães da NASA.



Fonte: Science.nasa.gov (1996)

Vênus é o segundo planeta mais próximo do Sol e tem uma atmosfera bastante espessa que reflete a maior parte da luz solar proporcionando seu brilho intenso que em determinadas épocas do ano chega a ser o objeto mais brilhante do céu noturno. Além

disso, sua atmosfera espessa torna impossível ver diretamente a superfície do planeta resultando numa temperatura extremamente elevada, cerca de 740 K. Ele tem uma gravidade próxima à da Terra, em cerca de  $8,87 \text{ m/s}^2$  e não possui satélites naturais (BATISTA, 2020). É também conhecido como estrela da manhã ou estrela da tarde e atinge um alongamento máximo de 47 graus acima da linha do horizonte. É bastante semelhante à Terra em termos de tamanho e massa e gravidade (MOREIRA, 2021).

Rodrigues (2003) chama atenção para um fato interessante sobre Vênus, é que ele possui seu ano menor que seu dia, isto por que ele leva 243 dias terrestres para dar uma volta em torno de seu eixo enquanto que para completar uma volta ao redor do Sol (translação) ele demora apenas 225 dias terrestres, além do mais ele possui um movimento de rotação contrário ao da maioria dos planetas, sendo chamado de movimento retrógrado.

### 5.3 Planeta Terra

O planeta Terra é a nossa casa, e apesar da imensidão do sistema solar e, ainda mais do universo, a ciência não conseguiu até o presente momento em que esse material está sendo escrito, de condições para manutenção de vida em outro local. Por isso, devemos caprichosamente cuidar do nosso planeta.

**Figura 5.5-** Imagem da Terra e da Lua vistas pela sonda Galileo.



Fonte: Nogueira e Canalle (2009).

A Terra é o terceiro planeta do Sistema Solar estando a 149.598.262 km do Sol e possuindo uma gravidade aproximadamente igual a  $9,81 \text{ m/s}^2$  e uma massa estimada em  $5,9722 \times 10^{24}$  quilogramas (kg). Seu diâmetro polar é de 12.713 km, enquanto seu



diâmetro equatorial é de 12.756 km. Portanto, a Terra não é uma esfera ideal. A rotação (movimento responsável pelos dias e pelas noites) ocorre em 23 horas, 56 minutos e 4 segundos, enquanto a trajetória ao redor do Sol (movimento responsável pelas estações do ano) ocorre em 365 dias, 5 horas, 48 minutos e 46 segundos. Ele está envolto na atmosfera, uma massa gasosa. Até onde se sabe, ele é o único objeto do Sistema Solar que tem vida porque tem uma lua (NOGUEIRA; CANALLE, 2009). A distância da Terra até o Sol dá origem a uma unidade de medida muito usada na astronomia, a Unidade Astronômica (UA) que é especificamente definida como a distância da Terra até o Sol.

## 5.4 Planeta Marte

De acordo com NASA.Gov (2024) Marte é um dos corpos mais explorados do nosso sistema solar através dos veículos espaciais que são enviados em missão ao o único planeta para onde os viajantes podem explorar as paisagens extraterrestres. Ao longo de suas missões, a NASA encontrou inúmeras evidências de que a atmosfera de Marte era mais espessa e mais úmida há milhares de milhões de anos.

**Figura 5.6** - Imagem de Marte por aplicações de tecnologia de visualização da NASA.



Fonte: Nasa. Gov (2024).

Suas duas luas *Phobos* e *Deimos* possuem órbitas bem próximas de sua superfície e a temperatura do planeta vermelho admite valores de 180 K e 273 K entre o inverno e verão respectivamente (HORVATH, 2008). Em Nogueira e Canalle (2009) contém informações de que sua superfície contém campos de neve carbônico, dunas de areia, vales sinuosos onde rios possivelmente fluíram e áreas com crateras. Seu diâmetro equatorial é de 6.794 milhas, e seu diâmetro polar é de 6.760 milhas. Ao longo de 687

dias, ele gira em torno do Sol com um tempo de 24 horas, 37 minutos e 22 segundos. Sua massa equivale a 10,7% da massa da Terra.

O quadro 5.4.1 mostram-se algumas informações sobre os planetas rochosos afim de se fazer comparações mais otimizadas com o planeta Terra.

**Quadro 5.1** - Informações estatísticas dos planetas rochosos.

	Distância (UA)	Raio (Terra)	Massa (Terra)	Rotação (Terra)	Luas	Inclinação orbital	Excentricidade Orbital
MERCÚRIO	0,39	0,38	0,05	58,8	0	7	0,2056
VÊNUS	0,72	0,95	0,89	244	0	3,394	0,0068
TERRA	1,0	1,00	1,00	1,00	1	0,000	0,0167
MARTE	1,5	0,53	0,11	1,029	2	1,850	0,0934

Fonte: Autor (2024).

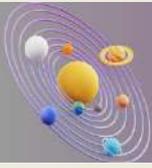
## 5.5 Planeta Júpiter

**Figura 5.7** - Foto de Júpiter e sua atmosfera turbulenta.



Fonte: Zabet (2018).

O gigante gasoso como é chamado Júpiter é o maior planeta do sistema solar. Sua composição, constituída principalmente de hidrogênio e hélio, com frações de metano e amônia em estado gasoso impossibilita o pouso de uma nave em sua superfície. Seus satélites recebem uma atenção importante devido à possibilidade de vida extraterrestre, especialmente Europa. A partir de imagens da sonda Cassini, apresentou-se a possível existência de água no estado líquido abaixo da crosta gelada (HORVETH, 2008).



**Quadro 5.2** – Parâmetros astronômicos do planeta Júpiter em comparação à Terra.

<b>Júpiter</b>	
<b>Translação</b>	<b>32,59 dias</b>
<b>Rotação</b>	<b>9h 55 min.</b>
<b>Massa</b>	<b>317 vezes a da Terra</b>
<b>Volume</b>	<b>1.312 vezes a da Terra</b>
<b>Distância do Sol</b>	<b>777 milhões de km</b>
<b>Temperatura média</b>	<b>-153 °C</b>
<b>Diâmetro</b>	<b>143.983 km</b>

Fonte: Zabet (2018).

No Quadro 5.5.1, foram apresentados alguns parâmetros astronômicos relativos ao planeta Júpiter, os quais são comparados com os do planeta Terra para entendermos melhor as diferenças e semelhanças entre esses dois corpos celestes. Essa análise comparativa nos permite apreciar a magnitude e a complexidade do sistema solar, destacando a diversidade de características presentes em seus planetas.

A complexa magnetosfera de Júpiter também desafia nossa compreensão do ambiente espacial, proporcionando um campo fértil para estudos científicos. Em suma, Júpiter continua a ser um objeto de maravilha e investigação, oferecendo insights importantes sobre a formação e evolução de nosso Sistema Solar.

## 5.6 Planeta Saturno

O sexto planeta na ordem de distância ao Sol, Saturno é conhecido por seus anéis. Depois de Júpiter é o que possui a maior massa. Possui composição semelhante à de Júpiter, hidrogênio, hélio, amônia, metano, água e rochas. Sua densidade média é menor que a da água, com um núcleo rochoso rodeado por camadas de hidrogênio em diferentes estados. Sua rotação não é uniforme, levando a um achatamento de cerca de 10% devido à composição gasosa. Tem numerosos satélites que interagem com seus anéis compostos por gelo, rochas de silício e óxidos de ferro. A formação dos anéis é atribuída principalmente à ação das forças de maré (HORVATH, 2008).

**Figura 5.8** - Imagem do planeta Saturno obtida pela Voyager 2 (NASA).



Fonte: Rodrigues (2003).

Em 2018, Saturno ganhou 82 luas, tornando-se o planeta com o maior número de luas do Sistema Solar. As missões de exploração como a Cassini revelaram que o maior desses satélites naturais, Titã, apresenta características semelhantes à da Terra primitiva (GUITARRARA, 2024). A autora destaca alguns aspectos impressionantes de Saturno, como: sua massa de  $5,683 \times 10^{26} \text{ kg}$  e uma densidade de  $0,687 \text{ g/cm}^3$ . Ele orbita o Sol a uma distância de 1,4 bilhões de km. Sua rápida rotação completa é de apenas 10,7 horas, enquanto seu período de translação ao redor do Sol é de 29,4 anos terrestres. A temperatura média em Saturno é extremamente baixa, chegando a  $-138 \text{ }^\circ\text{C}$ . A atmosfera de Saturno é predominantemente composta por hidrogênio ( $\text{H}_2$ ) e hélio ( $\text{He}$ ), criando um ambiente único em seu gigantesco corpo gasoso.

## 5.7 Planeta Urano

Esta seção será dedicada a falar sobre o planeta Urano. Em Horvath (2008) consta que ele foi descoberto em 1781 pelo astrônomo William Herschel (1738-1822) sendo o primeiro planeta descoberto com o uso de um telescópio. Ele deve ter um manto de gelo cobrindo um núcleo rochoso semelhante ao da Terra. Assim, sua estrutura interna difere de Júpiter e Saturno. Seus principais componentes atmosféricos são hidrogênio e hélio, mas também há um pouco de metano. Como todos os outros planetas jovianos, têm bandas atmosféricas (RODRIGUES, 2003).

**Figura 5.9** - Imagem de Urano obtida pela sonda Voyager 2.



Fonte: Nogueira e Canalle (2009).

Ao longo de cerca de 84 anos, Urano completa uma volta em torno do Sol. Seu dia local dura 17 horas e 15 minutos. O eixo de rotação está inclinado em 98 graus em relação ao plano orbital, uma situação única entre os planetas, e está retrocedendo à medida que ultrapassa os 90 graus. Isso cria um ciclo único anual, com um polo voltado para o Sol durante os solstícios e o outro na escuridão. A mudança de estação nos polos ocorre a cada 41 anos. Urano atinge magnitude 5,8 na oposição e pode ser visto a olho nu sob boas condições de visibilidade. Seu diâmetro polar é de 48.692 km e o equatorial é de 51.800 km. (PICAZZIO, 2011; NOGUEIRA; CANALLE, 2009).

## 5.8 Planeta Netuno

**Figura 5.10** - Imagem de Netuno fornecida pelo telescópio espacial Hubble (NASA/ESA/GSFC).



Fonte: Albuquerque (2019).

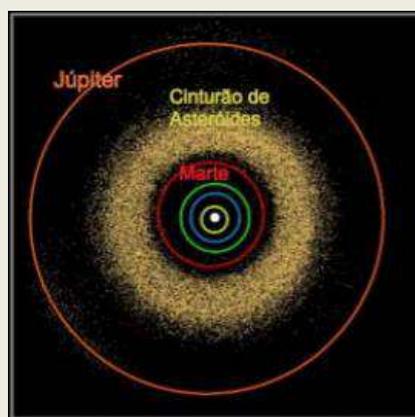
O segundo planeta descoberto na era moderna e o oitavo e último em ordem de distância do Sol. Além disso, foi a primeira descoberta feita por cálculos antes da observação óptica. Urbain Jean Joseph Leverrier (1811-1877), astrônomo francês, previu corretamente sua existência em 1846, utilizando-se de cálculos baseados nas irregularidades da órbita de Urano (NOGUEIRA; CANALLE, 2009).

Em 23 de setembro do mesmo ano, o astrônomo alemão Johann Gottfried Galle (1812-1910) encontrou a posição do planeta. Essa posição também foi encontrada pelo astrônomo inglês John Couch Adams (1819-1892), mas ele não conseguiu persuadir os astrônomos ingleses a procurarem o astro. A Patineta, a Pequena Mancha Escura e a Grande Mancha Escura são algumas das características distintivas da atmosfera, que é composta de hidrogênio, hélio, metano e amoníaco. A travessia leva 60.190 dias, ou 164,8 anos terrestres, para ser concluída, e a rotação leva 15 horas e 48 minutos (NOGUEIRA; CANALLE, 2009).

## 5.9 Cinturão de Asteroides

O cinturão de asteroides é uma área do sistema solar que contém pequenos corpos residuais remanescentes da formação do sistema solar. Acredita-se que a formação de um planeta nessa área foi impedida pela influência de Júpiter. Agora sabe-se que o próprio Júpiter empurra esses objetos para o interior, concentrando esses pequenos corpos entre as órbitas de Marte e Júpiter (HORVATH, 2008).

**Figura 5.11** - Imagem representativa do cinturão de asteroides situado entre Marte e Júpiter.

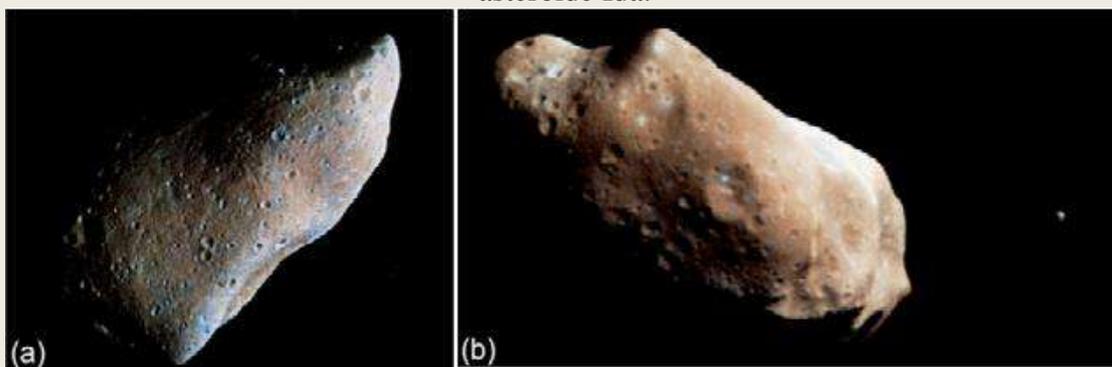


Fonte: (HETEM; PEREIRA; OLIVEIRA, 2010).

Os restos do processo de formação do sistema solar interior são a principal fonte de interesse científico em asteroides. Além disso, os asteroides são importantes porque eles mudaram a biosfera da Terra no passado, pois alguns desses objetos já colidiram e podem colidir com a Terra. Além disso, os asteroides fornecem uma rica fonte de minerais e uma fonte de compostos voláteis, que podem ser extraídos para a exploração e colonização do nosso sistema solar no século XXI (HETEM; PEREIRA; OLIVEIRA, 2010).

Um meteoro é um evento luminoso causado pelo impacto de um pequeno asteroide, conhecido como meteoróide, com a atmosfera da Terra. Este termo tem origem no grego, significando um fenômeno no céu. Quando um meteoróide entra na atmosfera, ele gera calor devido ao atrito, criando um rastro brilhante visível a olho nu. Cerca de 50 asteroides com mais de 20 km de diâmetro se aproximam da Terra, com uma taxa de colisão de aproximadamente 1 a cada 1 milhão de anos. Descobrem-se dois a três novos asteroides por ano, mas suas órbitas são frequentemente instáveis. Meteoritos são fragmentos de asteroides que conseguem atravessar a atmosfera e atingir o solo sem se vaporizarem completamente. Estudar meteoritos fornece insights sobre os materiais dos quais os planetas interiores se formaram, pois são remanescentes primitivos do sistema solar (SARAIVA, 2014).

**Figura 5.12** - Fotos obtidas pela sonda espacial Galileu: (a) Asteroide Gaspra (b) O asteroide Ida.



Fonte: (HETEM; PEREIRA; OLIVEIRA, 2010).

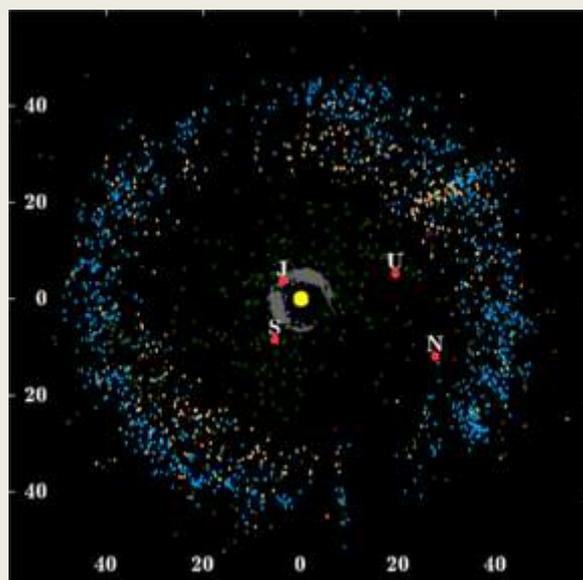
Hetem e Pereira (2010) encontram em seus estudos que o tamanho de um asteroide pode ser determinado quando uma estrela é ocasionalmente ocultada, ou então, através da medida da quantidade de luz solar que ele reflete. Até o momento desse estudo, ele afirma que somente 16 asteroides têm dimensões maiores que 240 km. Horveth (2008)

confirma que por esse mesmo método é possível estudar a composição dos asteroides. Há uns 45 anos encontrou-se basicamente 3 tipos distintos: os do tipo C (75% dele composto por carbono denominados *condritos*), tipo S (17% composto de silicato, similar a várias rochas), e os do tipo M (os 8% restantes com a composição metálica, ferro e ou níquel).

## 5.10 Cinturão de Kuiper e os limites do sistema solar

O astrônomo Gerard Kuiper e colaboradores foram motivados a estudar os cometas de curto período devido à aparição regular desses objetos que retornam ao Sistema Solar em poucos anos, diferente dos cometas de longo período. Eles postularam a existência de um disco ou cinturão de núcleos de cometas além da órbita de Netuno, semelhante à Nuvem de Oort, mas mais achatado. O primeiro objeto identificado nessa região foi o 1992 QB1, sugerindo a presença de outros asteroides semelhantes. (HORVETH, 2008). O cinturão de Kuiper, que se estende até 50 UA depois da órbita de Netuno (30 UA), contém planetas anões e corpos congelados e é considerado o local de origem dos cometas de curto período (HETEM; PEREIRA; OLIVEIRA, 2010).

**Figura 5.13** – Imagem ilustrativa do cinturão de Kuiper.



Fonte: Wikipedia (2024).

Além do cinturão de Kuiper, o sistema solar exterior inclui a Nuvem de Oort, que é a origem de muitos cometas de longo período. Sedna, descoberto em 2003, é o

objeto mais distante do Sol conhecido até o momento. Esses corpos transnetunianos preservam composições químicas primitivas e podem fornecer informações valiosas sobre a história e a evolução do Sistema Solar. A região do cinturão de Kuiper é onde se encontram planetas anões e objetos congelados, enquanto a Nuvem de Oort está mais distante, entre 50 e 100 mil UA (HETEM; PEREIRA; OLIVEIRA, 2010).

## 5.11 Cometas

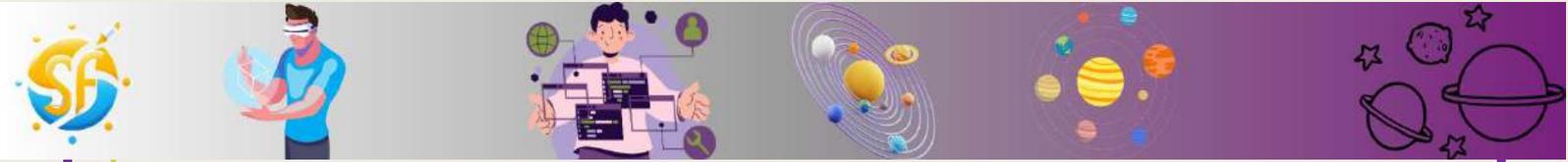
Ao longo da história, as aparições dos cometas provocaram uma variedade de reações. Desde os tempos antigos os astrônomos chineses já haviam registrado várias ocorrências de cometas cinco séculos antes da Era Cristã, notando também a característica de que suas caudas apontavam sempre em direção oposta ao Sol. Os estudos de Halley e Newton desempenharam um papel fundamental na determinação das órbitas cometárias. Especificamente, Halley identificou que os cometas observados em 1066, 1531, 1607 e 1682 correspondiam a uma única ocorrência, que hoje é justamente associada ao seu nome (HORVETH, 2008).

**Figura 5.14** - Imagem do Cometa Halley.



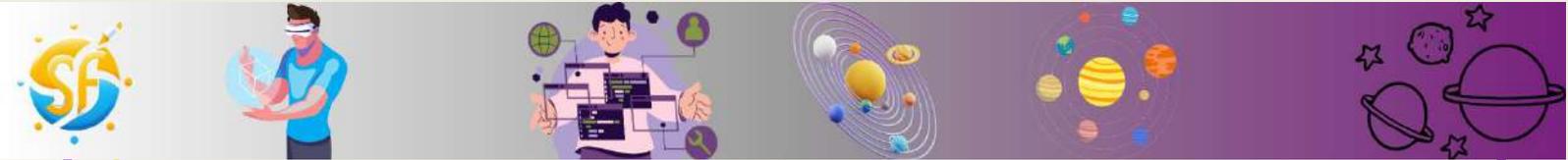
Fonte: Wikipedia (2023).

Os cometas, pequenos corpos que orbitam o Sol, têm órbitas elípticas muito alongadas e são compostos principalmente de gelo e poeira. Quando se aproximam do Sol, desenvolvem caudas brilhantes devido à sublimação do gelo. Existem diferentes tipos de caudas de cometas, causadas por diferentes processos físicos. A conexão entre cometas e chuvas de meteoros foi estabelecida no século XIX, quando observou-se que



as órbitas dos meteoros das chuvas eram similares às órbitas dos cometas. As chuvas de meteoros recebem o nome da constelação onde está sua radiante, e as partículas que produzem os meteoros são chamadas de meteoroides (BETZLER, 2015).

Por fim, tanto as chuvas de meteoros quanto a passagem de cometas são eventos celestes fascinantes que nos oferecem uma visão distinta do universo. Os cometas nos impressionam com suas caudas alongadas e órbitas elípticas, mas as chuvas de meteoros fazem com que o céu noturno se torne um espetáculo de luzes cintilantes. O estudo e a compreensão desses fenômenos não apenas ajuda aos cientistas desvendarem os mistérios do universo, mas também nos conecta a uma beleza do cosmos que desperta a curiosidade e a admiração de todos nós.



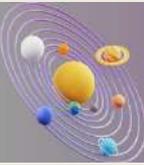
## 6 SEQUÊNCIA FEDATHI E O ENSINO DA ASTRONOMIA DO SISTEMA SOLAR

Neste capítulo, detalharemos os passos para a aplicação da sequência de ensino, fundamentada nas bases da Sequência Fedathi. Cada aula, juntamente com os detalhes do desenvolvimento das etapas, será minuciosamente descrita para facilitar sua implementação. Todas as aulas e etapas foram meticulosamente elaboradas com base nos princípios da Sequência Fedathi, organizadas em três níveis: preparação, vivência e análise.

Na fase de preparação, o professor realiza o planejamento das aulas, analisa o ambiente e prepara o material didático necessário. A vivência compreende a aplicação da sequência em suas etapas, envolvendo a tomada de posição, maturação, solução e prova, além da aplicação dos princípios que guiam essa sequência didática. O terceiro nível diz respeito à avaliação realizada pelo professor sobre seu próprio trabalho, analisando o planejamento e julgando se os objetivos estabelecidos foram alcançados (SOUSA, 2015).

Este produto educacional disponibiliza ferramentas para a preparação das aulas no apêndice A, contendo todos os planos de aula desenvolvidos para a sequência didática. A vivência pode ser embasada no conteúdo do capítulo 2 deste material instrucional, bem como guiada pelas instruções detalhadas a cada aula neste capítulo. O nível de análise é conduzido pelo autor deste trabalho nas considerações finais.

A seguir, será apresentado com cuidado como o professor pode situar a aplicação desta sequência didática em cada aula e em cada encontro, visando maximizar o impacto pedagógico e promover uma experiência de aprendizagem enriquecedora para os alunos.



## 6.1 AULA 01: divisão das equipes e aplicação do Pré-teste e Enquete



**Duração: 100 minutos (2 h/a)**



**Tomada de posição**

Nesta primeira aula, inicia-se com a apresentação da sequência didática, seguido da realização do acordo didático e divisão da turma em equipes. O professor deve tomar consciência de que o acordo didático deve ser realizado junto aos alunos, com os alunos, para que cada parte tenha a devida responsabilidade do seu papel durante a realização das atividades. É importante que as equipes sejam divididas por sorteio para que haja equilíbrio. Após a divisão das equipes, os alunos serão submetidos a uma breve enquete com uso do Plickers<sup>1</sup> (ver apêndice B) para informações gerais e suas respostas serão usadas para nortear o comportamento do professor. Em seguida, após a aplicação da enquete, o professor propõe aos alunos que se organizem nas equipes e escolham um nome para a equipe. Reforça-se que a escolha do nome necessariamente precisa estar ligada a objetos do sistema solar ou a algum termo relacionado à astronomia.

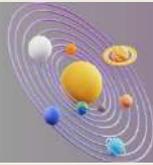


**Maturação**

Durante esta etapa de maturação, em grupo, os alunos discutem sobre um nome adequado para a equipe e buscam por informações que colaborem com a escolha. Nesta etapa da aula, é importante que o professor se atente aos questionamentos dos estudantes, fazendo uso da sequência FEDATHI e seus princípios (ver capítulo 2), como a pedagogia da mão no bolso ou o princípio do contra exemplo. Fazendo uso destes princípios, o professor proporciona aos estudantes a construção de saberes efetivos, tornando-os protagonistas do próprio conhecimento.

<sup>1</sup> Tutorial de utilização do Plickers: <https://www.youtube.com/watch?v=sNgcE7FZHbg>





## Solução

Após a completa maturação inicia-se o processo de solução, nesta etapa os alunos compartilham com o restante da turma o nome escolhido para a equipe e concomitantemente apresentam argumentos para justificar as escolhas. O professor pode usar as informações e os conhecimentos produzidos pelos alunos para provocar ainda mais a curiosidade dos estudantes fazendo perguntas como: “o que é na verdade uma estrela?” “num sistema planetário existe especificamente o que?” Na etapa da solução é importante que o professor crie um ambiente de debate, discussões acerca do conteúdo a ser aprendido pelos alunos.



## Prova

Neste momento, o professor realiza alguns comentários sobre as escolhas dos alunos, reforçando conceitos e informações presentes nas apresentações. Em seguida, direcionam-se os alunos ao laboratório de informática para aplicação do pré-teste (ver apêndice B) gamificado na plataforma KAHOOT<sup>2</sup>. Esse pré-teste possibilita ao professor coletar informações sobre o conhecimento dos alunos como também aos alunos aprofundar seus conhecimentos, visto que o questionário instiga a competição, engajamento e feedback imediato. Um ponto importante a ser abordado é o fato do uso do laboratório de informática para esse momento. Caso a escola não disponibilize um laboratório com computadores tendo acesso à internet, o professor poderá seguir com a atividade, possibilitando que os alunos usem seus próprios dispositivos smartphones.

## 6.2 AULA 02: Construção do Cubo Merge e introdução ao Merge Explorer.



**Duração: 100 minutos (2h/a)**



**Tomada de posição**

<sup>2</sup> Tutorial de utilização do KAHOOT: <https://www.youtube.com/watch?v=6MWUMYmAImo>



Neste segundo encontro, o professor inicia a aula apresentando o resultado do pré-teste e em seguida realiza junto aos alunos o acordo didático. Verbalize algumas perguntas sobre o uso do Galactic Explorer<sup>3</sup> a fim de descobrir o *plateau* e, caso o mesmo não esteja inserido, mostre aos alunos através de slides<sup>4</sup> alguns caminhos para configurações e operacionalização do aplicativo. Após esse momento, apresente as regras que definem as pontuações, no anexo A, no plano de aula, consta uma sugestão. É importante que os estudantes já tenham o aplicativo Merge Explorer instalado nos smartphones. Na sequência, o professor lança o seguinte desafio: –Em no máximo 30 minutos, em grupo, vocês deverão construir o Merge Cube com a planificação recebida (disponível no anexo I). Em seguida, usando o Merge Cube e acessando o Galactic Explorer, deverão descobrir e listar algumas funcionalidades do Galactic Explorer no estudo e na compreensão do sistema solar. É oportuno informar aos alunos que terão um tempo para compartilhar com a turma os modelos, conhecimentos adquiridos.



### **Maturação**

Nesta fase da maturação do problema os alunos deverão se organizar nas equipes de trabalho para confecção do Merge Cube, ferramenta essencial para o trabalho com a Realidade Aumentada (RA) no uso do Galactic Explorer. Após a confecção do Cubo Merge os alunos iniciarão a introdução ao Galactic Explorer e farão as descobertas sobre o uso do aplicativo bem como informações sobre o sistema solar. Engajados com a atividade os alunos deverão tirar fotografias do sistema solar bem como de seus objetos usando a Realidade Aumentada, eles também deverão construir textos para postagens nas redes sociais. Nesta fase da atividade a pedagogia Mão no Bolso é muitíssimo importante na condução das descobertas dos alunos. O professor no papel de observador coordena as ideias dos estudantes guiando-os com base nos princípios da sequência FEDATHI.

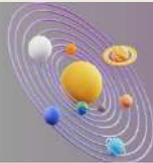


### **Solução**

Nesta etapa da aula os alunos devem ser motivados a compartilhar com a turma as descobertas, apresentado conceitos, informações, tudo adquirido durante a utilização do Galactic Explorer. Nesse momento o professor precisa estar bem atento às

<sup>3</sup> Tutorial de utilização do Galactic Explorer: <https://www.youtube.com/watch?v=fyfXxJxiz2o>

<sup>4</sup> Acesse aqui os slides utilizados nas aulas com disponibilidade para edição: <https://fedathiensinodefisica.blogspot.com/2024/07/slides-de-aulas-para-o-ensino-da.html>



apresentações dos estudantes, ele deve criar um ambiente de discussões conceituais, fazendo interferências com observações induzindo a turma para reflexões e questionamentos.



### Prova

Neste momento da prova, o professor apresenta de maneira formal com exposição em slide o uso do Merge Explorer objetivando as demonstrações de configuração do Galactic Explorer (objeto de investigação do sistema solar), apresentando as principais funcionalidades, reforçando conceitos sobre o sistema solar de maneira bem geral.

## 6.3 AULA 03: Introdução ao Sistema Solar.



**Duração: 100 minutos (2h/a)**



**Tomada de posição**

Neste encontro os alunos tomarão conhecimento de forma breve sobre o sistema solar. O professor inicia a aula fazendo a apresentação do tema a ser desenvolvido seguido de uma breve reflexão dos resultados da aula anterior a partir de apresentação de slides.

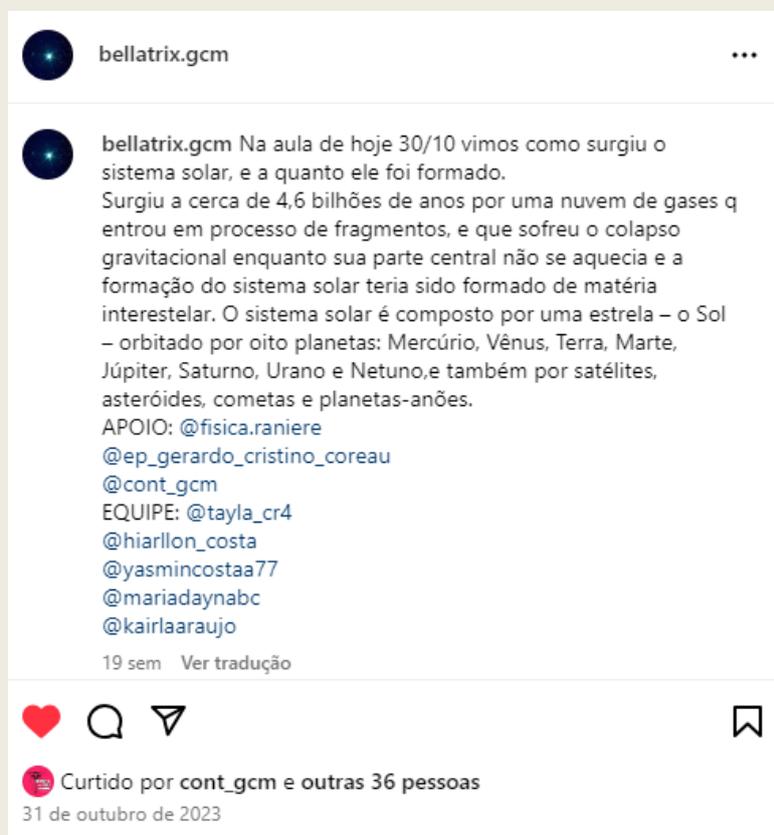
Neste momento o professor realiza o acordo didático com a turma e aproveita para descobrir o *plateau* a partir de perguntas verbais, como exemplo: Vocês sabem o que é um sistema planetário? O que é preciso para que um sistema de astros seja considerado um sistema planetário? O nosso sistema planetário é composto apenas por planetas? O que é uma teoria? Caso as respostas dos alunos não sejam positivas para o que se espera o professor insere o *plateau* a partir de exposição em slides dando sequência com a apresentação do problema: – Qual a explicação mais aceita para o surgimento e formação do sistema solar? e do que o sistema solar é composto (objetos)?



## Maturação

A partir da inserção do problema na tomada de posição os alunos devem ser organizados em suas equipes já pré-definidas e se dedicarão à resolução do problema navegando pelo Galactic Explorer, buscando informações no material impresso (ver capítulo 5 desta sequência didática) e trocando informações entre pares. Neste momento é importante a postura observacional do professor com interferências programadas nos fundamentos da SF, orientando os alunos para a construção do conhecimento. Orienta-se que o professor circule pela sala de aula observando o diálogo dos alunos. Durante toda a aplicação da sequência didática os princípios (ver capítulo 2, quadro 2.2) da SF são muito importantes, na maturação principalmente a mão no bolso. É sempre bom lembrar os alunos sobre o acordo das postagens e que é nesse momento da maturação que as equipes devem preparar os textos da postagem. A figura 6.1 mostra um modelo de postagem dos alunos.

**Figura 6.1** – Postagem de uma das equipes participantes na sequência didática.



Fonte: Instagram (2024).



## Solução

Explique aos alunos que eles terão a oportunidade de compartilhar suas descobertas e modelos explicativos sobre o surgimento do sistema solar e sua formação. Permita aos alunos que mostrem aos colegas o modelo de solução do problema proposto na etapa da tomada de posição, o professor precisa compreender que as quatro etapas da Sequência Fedathi estão interligadas sequencialmente.

É muitíssimo importante que, durante as apresentações, o professor esteja atento às colocações dos alunos e sempre pronto para intervir, se necessário, fornecendo esclarecimentos adicionais, corrigindo conceitos claros dando importância às concepções equivocadas dos alunos e assim estimulando o debate saudável entre os colegas.



## Prova

Nesta etapa o professor formaliza a solução dos alunos apresentando os conceitos científicos envolvidos na maturação e na solução. É interessante que a apresentação seja por slides para que o ambiente visual na concepção do aluno seja mais envolvente. Ao definir os conceitos na prova o professor deve retomar principalmente as concepções equivocadas dos estudantes no intuito de modificar os conceitos para o caminho de conceitos mais apropriados.

## 6.4 AULA 04: Os planetas rochosos



**Duração: 100 minutos (2 h/a)**



**Tomada de posição**

A aula deve ser iniciada com a apresentação das postagens e um feedback da aula anterior. O professor questiona os alunos se eles ainda se lembram do que foi abordado na aula anterior e aproveita para definir os acordos para que cada um tenha a



responsabilidade do que é necessário para que as atividades aconteçam adequadamente. Em seguida, faz-se alguns questionamentos para detectar se os alunos têm algum conhecimento sobre órbita, movimento de translação e rotação. Depois, o professor lança a situação (o problema) para que os alunos iniciem o processo de maturação. Quais são os planetas rochosos? Quais características são semelhantes e quais são diferentes entre esses planetas?

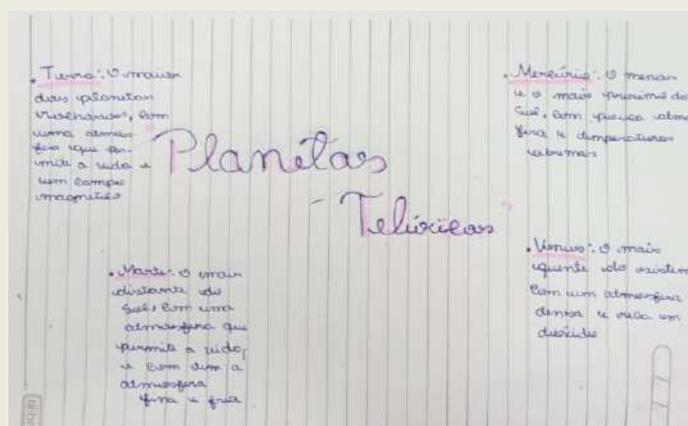
Nesse momento, antes de organizar a turma para maturar o problema, o professor deve informar aos alunos, momentos antes de iniciarem a maturação, que eles deverão iniciar a construção da postagem também durante a maturação e que deverão apresentar para a classe todas suas soluções.



### Maturação

Em grupo, os alunos devem ser levados ao laboratório de informática para iniciar a maturação. Eles deverão se utilizar do aplicativo de RA e da rede de pesquisa (por exemplo, Google) e materiais em PDF inicialmente compartilhados pelo professor às máquinas do laboratório. Os alunos deverão maturar as soluções através de mapas conceituais ou desenhos, bem como diálogo com os colegas de grupo ou mesmo com o professor quando oportuno, para que, posteriormente, com as ideias organizadas, eles possam compartilhar com os demais colegas na etapa da solução. Um exemplo de modelo de solução para o problema proposto aos alunos pode ser analisado na figura 6.2.

Figura 6.2 – Modelo de solução do problema:



Fonte: Autor (2023).



## Solução

Nessa etapa, os alunos se organizam para compartilhar com o restante da classe as soluções construídas. A partilha deve ser interativa e dialógica, possibilitando debates sobre os conceitos apresentados. Nessa etapa, o professor também é mediador e pode surgir um debate onde ele, na condição de orientador da aula, intervenha de maneira a levar os alunos ao conhecimento propriamente dito.



## Prova

Nesse momento da prova, o professor vai sintetizar as respostas dos alunos, ou seja, o professor apresenta a solução final para os alunos. Nesse momento, para que o objetivo da aprendizagem seja ainda mais efetivo ao mostrar o modelo final para os alunos, o professor pode instigar a mente do aluno com atividades levantando questionamentos como, por exemplo: E se você viajasse pelo espaço, em qual planeta seu peso seria o mais próximo possível do seu peso aqui na Terra? Os planetas são rochosos por serem constituídos de rocha, mas será que sua composição é somente rocha? Caso não tenha sido tratado na maturação e nem na solução, esses questionamentos podem ser levantados para provocar o aluno a pensar mais sobre o assunto. Caso tenha sido abordado, poderão ser levantadas outras questões com o intuito de finalizar a aula com o melhor rendimento na aprendizagem dos alunos.

## 6.5 AULA 5: Os planetas Gasosos



**Duração: 100 minutos (2 h/a)**



**Tomada de posição**

A aula sobre os planetas gasosos do sistema solar deve começar com a revisão dos conceitos aprendidos na aula anterior. O professor pode iniciar perguntando aos alunos se eles lembram o significado de gravidade e o que é a órbita de um planeta, ambos

conceitos trabalhados anteriormente. Essa abordagem busca estabelecer uma ligação entre os conteúdos e despertar o interesse dos alunos. Em seguida, o professor apresenta os resultados das postagens feitas pelos alunos, utilizando esse feedback inicial para motivá-los e criar um ambiente de competição saudável, elementos presentes na gamificação. Após esse momento introdutório, o professor lança o problema para que os alunos comecem a maturação: Quais os planetas gasosos do sistema solar? O que os diferencia dos planetas rochosos? O fato de serem constituídos por gases e ao mesmo tempo mais afastados do Sol tem correspondência com a formação do sistema solar ou é um evento casual?



## Maturação

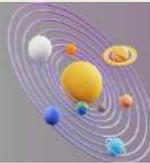
Nesse momento os alunos devem se organizar em grupos para resolver o problema proposto e o professor deve promover uma organização do ambiente como o da figura 6.3 de modo a deixar os alunos maturarem, dialogarem entre si e usarem os recursos disponíveis como o aplicativo de RA e os textos impressos.

**Figura 6.3** – Imagem representativa de como deve ser a estrutura organizacional dos alunos na etapa da maturação.



Fonte: *Bing* (2024).

O professor deve ser observador nesse momento, ele não pode ficar à parte somente sentado em sua carteira, ele precisa acompanhar de perto o desenvolvimento dos alunos. É importante ressaltar que o professor é o coordenador do protagonismo e autonomia dos alunos.



### Solução

Os alunos deverão, nessa etapa, apresentar o que foi desenvolvido durante a maturação. Cada equipe deve ter seu momento de destaque para compartilhar com o restante da classe o modelo de resolução, os conceitos evidenciados a fim de criar um ambiente geral de partilha de conhecimento.



### Prova

Após o momento de apresentação das soluções dos alunos, o professor assume um papel de maior enfoque ao sistematizar a solução com o objetivo de realizar uma comparação com as respostas dos alunos. Ao mostrar a resposta do problema formalizado aos alunos, o professor pode promover um debate sobre o que se diferencia e o que se assemelha às respostas dadas pelos alunos. A aula deve ser finalizada com a ideia de que os alunos realizaram um trabalho pertinente na maturação e preparação da solução.

## 6.6 AULA 6: Cinturão de Asteroides



**Duração: 100 minutos (2 h/a)**



**Tomada de posição**

Nessa aula, o objetivo é, a partir da ideia da existência do cinturão de asteroides, entender um pouco mais sobre os corpos menores do sistema solar. Inicia-se a aula apresentando o ranking das postagens para os alunos e, após a apresentação, promova uma pequena discussão da aula anterior, aproveitando para detectar o *Plateau* com perguntas do tipo: O que é órbita? Quantos planetas compõem o sistema solar? Quais são as posições ocupadas por cada planeta no sistema solar? Além dos planetas, existem outros objetos no sistema solar? Caso as respostas dos alunos não sejam favoráveis para continuar a aula, ou seja, se os alunos não tiverem o conhecimento necessário para compreender o novo conteúdo, insira as informações importantes para a nova





aprendizagem. Em seguida, apresente o problema para que os alunos possam desenvolver a solução no momento da maturação: Existe um local no espaço específico onde esses objetos se concentram? Asteroide é o mesmo que cometa? Após apresentar o problema, direcione a turma para a organização para o momento da maturação. É importante que o problema seja escrito na lousa ou apresentado em slides para consulta sempre que necessário durante a maturação.



### **Maturação**

Nesse momento da maturação, organize a classe em grupos para que eles iniciem as pesquisas, discussões e preparem as soluções através de anotações no caderno com base no uso do aplicativo de RA, no material impresso retirado do livro ABCD da Astronomia e Astrofísica e também em busca na internet. O professor deve orientar os alunos a pesquisar e também debater sobre o que cada um encontra como solução. O professor pode até colocar questionamentos que ajudem os alunos a construir as hipóteses. Por exemplo: Vocês já tinham ouvido falar em asteroides? E meteoro, é um termo conhecido de vocês? Lembram das aulas anteriores que cada planeta tem uma órbita, é possível que os asteroides também tenham uma órbita específica ou não existe possibilidades por serem pequenos? Será que eles são mesmo pequenos? O professor também deve informar que os alunos deverão se organizar para que cada grupo apresente a solução para a classe ao finalizarem o período de maturação.



### **Solução**

Nessa etapa, cada grupo se organiza para apresentar para o restante da classe as respostas. Nesse momento, cada grupo expõe o conhecimento construído e o professor deve usar o momento para reforçar conceitos ou reorientar concepções equivocadas. O professor, deve usar essa etapa para um momento de atividade cognitiva por parte dos alunos, ao passo que enquanto uns apresentam suas soluções, outros observam as apresentações, tendo a liberdade de interferir com outros questionamentos ou afirmações conceituais.



## Prova

Nessa etapa, o professor vai sistematizar as respostas, hipóteses e informações desenvolvidas pelos alunos. Ao apresentar aos alunos sobre o cinturão de asteroides e o cinturão de Kuiper, o professor deve evidenciar a definição científica de asteroides, meteorito, meteoróide, cometa e planeta anão, com o intuito de levar os alunos à compreensão do quanto o sistema solar é diversificado.

## AULA 7: Revisitando o sistema solar e aplicação do pós-teste.



**Duração: 100 minutos (2 h/a)**



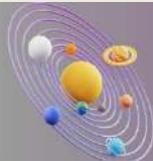
**Tomada de posição**

Neste sétimo e último encontro, será dedicado à aplicação do pós-teste. Recomenda-se que o professor oriente os alunos a fazerem uma revisão geral sobre o que foi trabalhado em todas as aulas. O professor deve levantar questionamentos a fim de iniciar uma breve conversa sobre tudo que foi discutido durante a aplicação do produto. Deve explicar aos alunos que eles farão uma avaliação (pós-teste) com estilo semelhante ao que foi realizado no primeiro encontro, mas que antes irão visitar o sistema solar e levantar dez curiosidades que considerem pertinentes de forma geral sobre o sistema solar. Cada grupo listará individualmente as curiosidades, e o professor deve propor uma pontuação de 500 pontos para as equipes que conseguirem realizar a listagem em um tempo definido por ele (20 minutos).



**Maturação**

Nesta etapa, os alunos serão organizados em equipes para iniciar a maturação. Para orientá-los a desenvolver o que foi proposto, o professor pode levantar questionamentos a fim de guiar os alunos na organização das ideias. Por exemplo: além do planeta Terra, outros planetas possuem ou possuíram oceanos? Qual o cometa mais



famoso do sistema solar? Entre outros questionamentos, o professor deve, nesse momento, instigar os alunos a observarem de forma geral o sistema solar usando o aplicativo de RA e os materiais impressos usados desde o início das aulas.



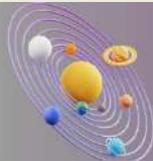
### Solução

Cada grupo apresenta sua solução. Caso alguma equipe não tenha finalizado as dez curiosidades, devem apresentar o que fizeram, e os demais colegas atentos podem interferir, concordando ou discordando, e estabelecendo outras respostas.



### Prova

Nesta etapa, o professor faz uma apresentação geral do sistema solar. A apresentação deve ser breve, e o professor deve focar em conceitos e informações pouco ou nenhuma vez discutidos nos encontros, por isso, a importância do caderno de bordo do professor para que ele mapeie também o que precisa reforçar ou não durante cada aula. Após esse momento, os alunos devem ser direcionados ao laboratório de informática para a realização do pós-teste. O pós-teste pensado para essa atividade ajuda os alunos a adquirirem conhecimento mesmo cometendo erros ao responder cada questão, visto que ele possui um formato gamificado que oferece um feedback imediato do desempenho e das respostas dos alunos.



## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

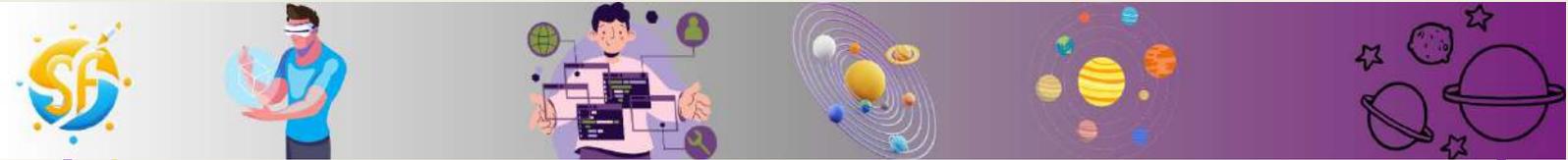
Esta sequência didática foi aplicada em uma escola de educação profissional no município de Coreaú, CE, com alunos da primeira série do ensino médio. Desenvolvida com base nas etapas e princípios da Sequência Fedathi (SF), seu principal objetivo era ensinar astronomia do sistema solar de forma inovadora e envolvente. Para isso, foram incorporados recursos de Realidade Aumentada (RA) e gamificação, visando potencializar o processo de aprendizagem.

Ao adotar tecnologias modernas como suporte educacional, a sequência demonstrou estar em sintonia com o contexto educacional atual, instigando a curiosidade dos alunos e promovendo sua autonomia no processo de aprendizagem. Esses elementos são características da aplicação da Sequência Fedathi, originalmente concebida para o ensino de matemática, mas que tem sido amplamente utilizada no ensino de outras ciências (BORGES NETO, 2017). Essa abordagem não só torna o conteúdo mais acessível e atrativo, mas também estimula o desenvolvimento de habilidades cognitivas e socioemocionais importantes para o século XXI.

Embora tenha sido desenvolvida especificamente para o ensino da astronomia do sistema solar, a estrutura e a abordagem da sequência podem ser adaptadas para ensinar outros conteúdos de física ou mesmo de outras disciplinas. Sua flexibilidade e eficácia foram comprovadas ao longo da implementação, revelando-se uma ferramenta versátil para educadores em diferentes níveis de ensino.

Um dos principais destaques dessa sequência didática é sua capacidade de envolver os alunos de forma significativa, independentemente do nível de ensino. A integração da Realidade Aumentada e da gamificação não apenas torna o aprendizado mais dinâmico e interativo, mas também permite que os alunos se sintam parte ativa do processo, aumentando seu engajamento e interesse pelo conteúdo.

Além disso, a abordagem envolvente da sequência contribui para a retenção do conhecimento, proporcionando uma experiência de aprendizagem memorável e estimulante. Ao final da implementação, foi observado um claro sinal de aprendizagem por parte dos alunos, refletido não apenas em seu desempenho nas atividades propostas,



mas também em seu interesse contínuo pelo tema e sua capacidade de reter e aplicar o conhecimento adquirido.

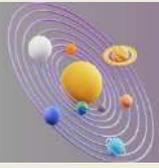
No que se refere ao comportamento dos alunos durante todo o desenvolvimento da sequência didática, percebeu-se que, além da aquisição de conhecimentos relacionados à astronomia do sistema solar, os alunos participantes puderam desenvolver a capacidade de um aluno pesquisador. Ao participarem das etapas da metodologia de ensino Sequência Fedathi para o Ensino e Aprendizagem da Astronomia do Sistema Solar, os alunos estiveram ativamente no processo, atendendo assim às perspectivas e desejos dos estudiosos da educação moderna, que idealizam uma sala de aula com alunos participativos, autônomos e responsáveis pelo seu próprio aprendizado.

Quanto à participação do professor como mediador, é importante compreender que o papel docente dentro dessa metodologia não se torna menos importante. Pelo contrário, sem a figura do professor em sala de aula, presente durante a aplicação da Sequência Fedathi, não existe possibilidade de a sequência didática ser aplicada. O professor é o mediador, coordenando a transição entre as etapas e sendo também o agente responsável pela utilização dos princípios desta sequência de ensino.

A aplicação dessa sequência não se restringe apenas ao ensino médio, mas pode ser adaptada e implementada com sucesso também no ensino fundamental. Sua abordagem inclusiva e adaptável permite que seja ajustada de acordo com as necessidades e características específicas de cada grupo de alunos, garantindo assim sua eficácia em diferentes contextos educacionais.

Ao promover uma aprendizagem mais significativa e engajadora, a sequência didática desenvolvida demonstra ser uma ferramenta valiosa para os educadores que buscam inovar em suas práticas pedagógicas. A integração de tecnologias emergentes como a Realidade Aumentada e a gamificação não apenas acompanha as demandas do mundo contemporâneo, mas também oferece novas possibilidades e oportunidades de aprendizagem para os alunos.

Em resumo, a sequência didática desenvolvida e aplicada com base nos princípios da Fedathi representa uma abordagem moderna e eficaz para o ensino de astronomia do sistema solar e outros conteúdos de física. Sua utilização de tecnologias inovadoras e sua abordagem centrada no aluno contribuem para uma experiência de aprendizagem mais envolvente, significativa e duradoura, preparando os alunos para os desafios e oportunidades do século XXI.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LOPES, LUANA MONIQUE DELGADO et al. Inovações educacionais com o uso da realidade aumentada: uma revisão sistemática. *Educação em Revista*, v. 35, p. e197403, 2019.

NASCIMENTO JÚNIOR, David Severo do. *Realidade Aumentada na Educação: Uma análise das ferramentas Flaras e Aumentaty como recursos para aulas expositivas*. 2017.

ALVES, Marcia Maria; TEIXEIRA, Óscar. Gamificação e objetos de aprendizagem: contribuições da gamificação para o design de objetos de aprendizagem. FADEL, LM, et al. *Gamificação na Educação*. São Paulo: Pimenta Cultural, p. 122-142, 2014.

CNN, D. (2023, 19 de abril). Gamificação na educação: entenda o que é, importância e como pode ser usado. CNN Brasil. Disponível em: <[BING IA, Microsoft. COPILOT: seu complemento de IA diário. Disponível em: <\[RODRIGUES, Cláudia Vilega. \\*O sistema solar. INTRODUÇÃO À ASTRONOMIA E ASTROFÍSICA\\*, 2003.\]\(https://www.bing.com/chat?form=MW00X7&ef\_id=k\_Cj0KCQjwhtWvBhD9ARIsAOP0GohjkxU5OYqX9TJha2K5KSXU9M67K68HAftuHivtARZ4STC1hpakMaAgFTEALw\_wcB\_k\_&OCID=AIDcmmbujrrla\_SEM\_k\_Cj0KCQjwhtWvBhD9ARIsAOP0GohjkxU5OYqX9TJha2K5KSXU9M67K68H\_AftuHivtARZ4STC1hpakMaAgFTEALw\_wcB\_k\_&gad\_source=1&gclid=Cj0KCQjwhtWvBhD9ARIsAOP0GohjkxU5OYqX9TJha2K5KSXU9M67K68H\_-AftuHivtARZ4STC1hpakMaAgFTEALw\_wcB.> Acesso em: março de 2024.</a></p></div>
<div data-bbox=\)](https://www.cnnbrasil.com.br/lifestyle/gamificacaonaeducacao/#:~:text=A%20gamificac%C3%A7%C3%A3o%20na%20educa%C3%A7%C3%A3o%20C3%A9%20uma%20abordagem%20que%20utiliza%20elementos,e%20a%20atribui%C3%A7%C3%A3o%20de%20recompensas.> Acesso em: março de 2024.</a></p></div>
<div data-bbox=)

DE FRANÇA PEREIRA, Pedro; LOURENÇO, Pedro Guerra; BERGAMASCHI, Marcelo Pereira. *Fundamentals of Augmented Reality*. Unisanta Science and Technology, v. 6, n. 2, p. 101-107, 2018.

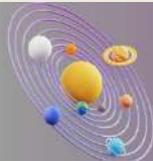
SOUZA, Maria José Araújo. *Sequência Fedathi: apresentação e caracterização*. 2013.

DANTAS, Júlio César da Silva. *Proposta de aprendizagem de astronomia através de realidade aumentada e ensino investigativo*. 2023. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

SANTOS, Joelma Nogueira dos; BORGES NETO, Hermínio; PINHEIRO, Ana Cláudia Mendonça. *A origem e os fundamentos da Sequência Fedathi: uma análise histórico-conceitual*. 2019.

BORGES NETO, Hermínio. *SEQUÊNCIA FEDATHI: Fundamentos*. Curitiba, PR: CRV, 2018.





DOS SANTOS, Joelma Nogueira; NETO, Hermínio Borges; PINHEIRO, Ana Cláudia Mendonça. A ORIGEM E OS FUNDAMENTOS DA SEQUÊNCIA FEDATHI: UMA ANÁLISE HISTÓRICO-CONCEITUAL. Boletim Cearense de Educação e História da Matemática, v. 6, n. 17, p. 06-19, 2019.

BORGES NETO, Hermínio. SEQUÊNCIA FEDATHI: interfaces com o pensamento pedagógico. Curitiba, PR: CRV, 2019.

PINHEIRO, Tânia Saraiva de Melo; PINHEIRO, Ana Claudia Mendonça. O CARÁTER INVESTIGATIVO DA SEQUÊNCIA FEDATHI: análise na perspectiva do pensamento reflexivo em Dewey. In: BORGES NETO, Hermínio (org). SEQUÊNCIA FEDATHI: interfaces com o pensamento pedagógico. Curitiba, PR: CRV, 2019. p. 31-41.

MENDONÇA, Adriana Ferreira. SITUAÇÃO ADIDÁTICA. BORGES NETO, Hermínio (org). SEQUÊNCIA FEDATHI: Fundamentos. Curitiba, PR: CRV, 2018. p. 23-26.

MELO, Virlane Nogueira. A CONCEPÇÃO DO ERRO. BORGES NETO, Hermínio (org). SEQUÊNCIA FEDATHI: Fundamentos. Curitiba, PR: CRV, 2018. p. 61-64.

SANTANA, Ana Carmem De Sousa. **Uma proposta de ciclos Formativos Em Educomunicação Baseados Na Práxis Fedathiana: O Case do CRID.** 2019. 253 f. Tese (Doutorado em Educação Brasileira) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Ceará, 2019.

FERREIRA, Joana Rita Santos. Realidade Aumentada-Conceito, Tecnologia e Aplicações: Estudo Exploratório. 2014. Tese de Doutorado. Universidade da Beira Interior (Portugal).

PAGANINI, Érico Rodrigues; DE SOUSA BOLZAN, Márcio. Ensinando física através da gamificação. Pesquisa em Ensino de Física 2, p. 75, 2016.

DE ALMEIDA, Rafael Gomes. O aumento do engajamento no aprendizado através da gamificação do ensino. Revista do Seminário Mídias & Educação, v. 1, 2015.

DA SILVA, João Batista; SALES, Gilvandenys Leite. Um panorama da pesquisa nacional sobre gamificação no ensino de Física. Revista Tecnia, v. 2, n. 1, p. 105-121, 2017.

SILVA, João Batista da; SALES, Gilvandenys Leite; CASTRO, Juscileide Braga de. Gamificação como estratégia de aprendizagem ativa no ensino de Física. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 41, 2019.

ZACHARIAS, Carlos Renato. Gamificação no Ensino de Física Experimental. Atribuição-Não Comercial-Compartilha Igual CC BY-NC-SA, p. 94, 2021.



AZUMA, R. T; BAILLOT, Y; BEHRINGER, R; FEINER, S; JULIER, S; MACLNTYRE, B. (2001) Recent Advances in Augmented Reality. IEEE Computer Graphics and Applications, v .21, n.6, p. 34-47.

TORI, Romero; KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson Augusto. **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**. Porto Alegre: Editora SBC, 2006.

ACOSTA, Jorge Luis Bacca et al. Framework for designing motivational augmented reality applications in vocational education and training. Australasian Journal of Educational Technology, v. 35, n. 3, 2019.

HERPICH, Fabrício et al. Atividade educacional utilizando realidade aumentada para o ensino de física no ensino superior. Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, n. 25, p. 68-77, 2020.

HORVATH, Jorge E. O ABCD da Astronomia e Astrofísica. Editora Livraria da Física, 2008.

NOGUEIRA, Salvador; CANALLE, João Batista Garcia. Astronomia: ensino fundamental e médio. Brasília : MEC, SEB; MCT; AEB, 2009. 232 p.: il. – (Coleção Explorando o ensino; v. 11).

MERGE EXPLORER RA. (2019). Disponível em: [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.MergeCube.EDUExplorer&hl=pt\\_BR&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.MergeCube.EDUExplorer&hl=pt_BR&gl=US). Acesso em 21 de agosto de 2023.

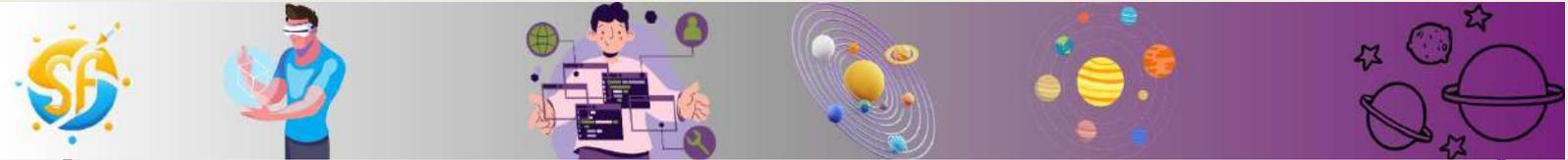
MOREIRA, Tamiles Ferreira. O ensino de astronomia do sistema solar: uma abordagem na educação básica. Dissertação (Programa de Pós Graduação do Mestrado Profissional de Ensino de Física-MNPEF) - Instituto Federal do Amazonas e Universidade Federal do Amazonas. Manaus-AM, p.126. 2021.

NASA, Gov (2024). Fatos Sobre Marte. Disponível em:< <https://science.nasa.gov/mars/facts/>>. Acesso em 28 de janeiro de 2024.

ALBUQUERQUE, N. (2019). *Netuno: tudo o que você precisa saber sobre o planeta azul*. Revista Galileu. Disponível em: <<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2019/03/netuno-tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-o-planeta-azul.html>.> Acesso em: Fevereiro de 2024.

WIKIMEDIA COMMON. O tamanho do sistema solar. (2011). Disponível em: <[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Solar\\_System\\_size\\_to\\_scale.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Solar_System_size_to_scale.svg)>. Acesso em: fevereiro de 2024.

BATISTA, Fernando Wagner Ferreira. **SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE UM MINICURSO DE ASTRONOMIA**. Dissertação (MNPEF)-Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará. Belém, p. 154. 2020.



RODRIGUES, Cláudia Vilega. O sistema solar. INPE, Introdução à astronomia e a astrofísica. INPE-Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais. Fonte: <http://staff.on.br/maia/IntrAstroneAstrofCursodoINPE>. 2003.

ZABOT, Alexandre. Tema 07: O Sistema Solar, parte 1. 2018.  
GUITARRARA, Paloma. "Saturno"; Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/saturno.htm>>. Acesso em 01 de março de 2024.

PICAZZIO, Enos. O céu que nos envolve: Introdução à Astronomia para educadores e iniciantes. 2011.

SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira. Astronomia & Astrofísica. Editora Livraria da Física, 2014.

GREGORIO-HETEM, J.; JATENCO-PEREIRA, V.; OLIVEIRA, C. M (2010). Fundamentos de astronomia. São Paulo, SP: IAG/USP. Recuperado de <http://www.astro.iag.usp.br/~jane/aga215/>.

CINTURÃO DE KUIPER. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2024. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Cintur%C3%A3o\\_de\\_Kuiper&oldid=67564609](https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Cintur%C3%A3o_de_Kuiper&oldid=67564609)>. Acesso em: 2 mar. 2024.

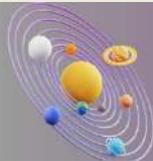
BETZLER, Alberto Silva. Aplicações da mecânica não extensiva na astrofísica de pequenos corpos do sistema solar. Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial) - Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica. Salvador-BA, p.204. 2015.

KAHOOT: Como usar nas aulas presenciais ou online. (24 de outubro de 2019). [Video]. Acesso em 10 de janeiro de 2024, em <https://www.youtube.com/watch?v=6MWUMYmAImo>.

Como usar o Merge Explorer - Aplicativo de Realidade Aumentada na Educação. (2022, Abril, 20). [Video]. Recuperado em 10 de Janeiro, 2024, de <https://www.youtube.com/watch?v=fyfXxJxiz2o>

Como usar o Plickers (Parte 1/2). (2019, 27 de maio). [Vídeo]. Recuperado em 9 de janeiro de 2024, de <https://www.youtube.com/watch?v=sNgcE7FZHbg>

BORGES NETO, Hermínio (org). Sequência Fedathi Além das Ciências Duras. Curitiba, PR: CRV, 2017.



## APÊNDICES

### APÊNDICE A- SUGESTÃO DE PLANOS DE AULA

#### PLANO DE AULA 01

**INSTITUIÇÃO:** EEEP Gerardo Cristino de Menezes

**PROFESSOR:** Raniere Andrade Brito

**SÉRIE/NÍVEL:** 1ª Série do Ensino Médio

**DISCIPLINA:** Projeto Interdisciplinar

**TURMA:** 1º 'D' Técnico em Contabilidade

**DATA:** 16/10/2023

**TEMPO DIDÁTICO:** 100 min (2 h/a)

#### **OBJETIVO(S):**

Organizar as equipes de trabalho e definir os alunos monitores, apresentar as regras da sequência de ensino, aplicar um questionário de opinião e um questionário de pré-teste.

#### **CONTEÚDO/TEMA:**

A Sequência Fedathi e uma breve introdução sobre o sistema solar.

#### **PLATEAU:**

Os alunos precisam ter um conhecimento simples sobre informática bem como a utilização da plataforma Kahoot. Deverão também conhecer alguns componentes do sistema solar, Sol, Terra, Lua e demais planetas, Luas, satélites, entre outros objetos

#### **COMPORTAMENTOS ESPERADOS DOS ALUNOS/PROFESSOR:**

**Alunos:** Motivados para o início das atividades, apreensivos por conta do fator de competição e engajados no planejamento das estratégias dialogadas em cada uma das equipes.

**Professor:** Entusiasmado com objetivo de estimular os alunos à participação. Observador ao mesmo tempo que busca uma organização do espaço utilizado com intuito de disponibilizar um ambiente propício à participação ativa dos alunos.

#### **NECESSIDADES DO PROFESSOR:**

Um computador, um celular com acesso à internet, com o aplicativo plickers instalado e um projetor de imagens para aplicação do questionário de opinião. Um laboratório de informática com computadores tendo internet conectada e os cards do plickers impressos para cada aluno.

#### **ATIVIDADE:**

Organização das equipes, escolha do nome da equipe, aplicação do questionário de opinião e pré-teste.

#### **AMBIENTE:**

Sala de aula e laboratório de informática.

#### **PREPARAÇÃO DO AMBIENTE:**

O 1º encontro será dividido em três momentos. O primeiro será usado para divisão das equipes, escolha dos nomes e definição dos alunos monitores. No segundo momento, ainda em sala de aula os alunos serão submetidos a um questionário de opinião, envolvendo perguntas relacionado a metodologias de aula, temas (conteúdos) e motivação. No terceiro momento, já disponível no laboratório de





informática os alunos serão submetidos a um pré-teste, contendo perguntas específicas sobre conceitos simples e aprofundados sobre o sistema solar.

#### **TOMADA DE POSIÇÃO/APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA:**

**ACORDO DIDÁTICO:** O professor apresenta o tema e o programa de conteúdos que serão desenvolvidos ao longo dos seis encontros, serão apresentadas as regras e uma síntese de como as aulas acontecerão. O professor informa aos alunos que será construído um ranking definido pelas pontuações adquiridas pelas equipes à medida que os desafios e tarefas forem realizados. No final da aplicação do produto a equipe com maior pontuação será premiada.

#### **MATURAÇÃO/DEBRUÇAMENTO:**

Após o sorteio das equipes e definição dos monitores os alunos se reunirão e terão 20 minutos para definir o nome da equipe (OBS: O nome escolhido deve estar relacionado a algum objeto do sistema solar) e um grito de guerra. Nesse momento o professor acompanha as escolhas no papel de um observador.

#### **SOLUÇÃO/APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS:**

Cada equipe é chamada para se apresentar, informando aos demais o nome da equipe, grito de guerra e justificativas para as escolhas.

#### **PROVA/FORMALIZAÇÃO:**

O professor faz uma breve síntese das escolhas e disponibiliza breves informações dos objetos do sistema solar envolvidos nas escolhas das equipes, dessa forma os alunos já iniciam o contato com o conteúdo. Na sequência os alunos respondem a enquete e se dirigem para o laboratório onde responderão a um kahoot sobre o tema do produto.

#### **RECURSOS COMPLEMENTARES:**

STUDART, N. SIMULAÇÃO, GAMES E GAMIFICAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA (Simulations, Games and Gamification in Physics Teaching). XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF, 2015.

SANTOS, J. N.; BORGES NETO, H.; PINHEIRO, A. C. M. **A origem e os fundamentos da sequência FEDATHI: uma análise histórico-conceitual.** Boletim Cearense de Educação e História da Matemática, Fortaleza, v.6, n.17, p.6 – 19, 2019.

HORVATH, J.E. O ABCD da Astronomia e Astrofísica. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2008.

KAHOOT. Disponível em: < <https://kahoot.com/what-is-kahoot/>>. Acesso em 16 de outubro de 2023.

PLICKERS. Disponível em: < <https://www.plickers.com/library>>. Acesso em 16 de outubro de 2023.

#### **AVALIAÇÃO:**

Desempenho adquirido no pré-teste e observação pelo diário de bordo.



**PLANO DE AULA 02****INSTITUIÇÃO:** EEEP Gerardo Cristino de Menezes**PROFESSOR:** Raniere Andrade Brito**SÉRIE/NÍVEL:** 1ª Série do Ensino Médio**DISCIPLINA:** Projeto Interdisciplinar**TURMA:** 1º 'D' Técnico em Contabilidade**DATA:** 23/10/2023**TEMPO DIDÁTICO:** 100 minutos (2 h/a)**OBJETIVO(S):** Confeccionar os Cubos Merge e apresentar o aplicativo Merge Explorer, juntamente com suas funcionalidades."**CONTEÚDO/TEMA:** Introdução ao Merge Explorer**PLATEAU:** É necessário que o aluno tenha habilidade no uso da tesoura para fazer cortes empapel, assim como na operação de aplicativos de Realidade Aumentada em dispositivos eletrônicos, como smartphones ou tablets.**COMPORTAMENTOS ESPERADOS DOS ALUNOS/PROFESSOR:**

Alunos: Engajamento efetivo nas atividades propostas pelo professor, é possível que alguns alunos tenham dificuldades em compreender a colagem dos cubos e outros poderão ter receio de operacionalizar o Merge Explorer, porém, a curiosidade facilitará o desenrolar da atividade.

Professor: Se comportará como observador, proporcionando um ambiente descontraído, possibilitando que os estudantes interajam e exponham as dúvidas tanto na confecção do Merge Cube quanto no uso do Merge Explorer.

**NECESSIDADES DO PROFESSOR:** O professor deverá dominar as configurações do aplicativo Merge Explorer, ter o conhecimento dos princípios da Sequência Fedathi tais como o acordo didático, a mediação, a mão no bolso, a pergunta, o contraexemplo e a concepção do erro. O professor precisará ter disponibilidade de um computador, projetor de imagens, um celular com Merge Explorer já instalado e antecipadamente o referido aplicativo instalado nos smartphones dos alunos.

**ATIVIDADE:** Confeção do Merge Cube e introdução ao uso do Merge Explorer**AMBIENTE:** Sala de aula

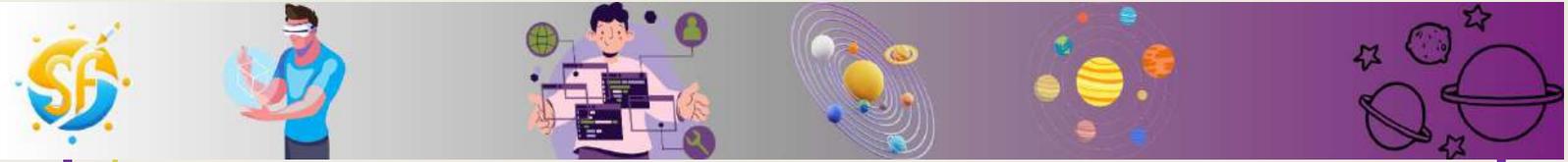
**PREPARAÇÃO DO AMBIENTE:** O 2º encontro acontecerá em sala de aula, os alunos serão organizados em equipes. Cada equipe terá a presença de dois monitores que auxiliarão o professor na condução da atividade. As equipes terão acesso a tesoura, cola, planificação do Merge Cube em folha de papel A4 e smartphones com Merge Explorer instalado. O professor também utilizará notebook com acesso à internet e projetor de imagens para orientações e prova.

**TOMADA DE POSIÇÃO/APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA:**

**ACORDO DIDÁTICO:** O professor apresenta o tema e as regras da atividade, solicitando a participação de todos e a cooperatividade entre os integrantes das equipes. O professor informará aos alunos que o desafio é confeccionar o Merge Cube o mais rápido e com qualidade, com isso cada equipe pontuará entre 500 e 1000 pontos em função do engajamento dos membros, rapidez e qualidade na confecção do Merge Explorer. Na sequência, os mesmos serão solicitados, em equipe, a compartilhar as descobertas referentes às aplicações de alguns dos objetos do Merge Explorer, especificamente o Galactic Explorer. Cada descoberta contará 100 pontos para a equipe.

**MATURAÇÃO/DEBRUÇAMENTO:** em equipe, os alunos se organizarão para confeccionar o Merge Cube, de maneira rápida, porém com qualidade. Ao finalizar essa fase da atividade, os alunos iniciarão o uso do Galact Explorer enumerando 10 (dez) funcionalidades do aplicativo de RA. Os alunos deverão tirar fotografias e criar uma conta no *instagram* para a equipe, produzindo um poste sobre o uso do Merge





Explorer e cada curtidana primeira semana de publicação gerará 10 pontos para a equipe. Nessa fase, o professor é um observador e atua também no controle das regras da atividade.

**SOLUÇÃO/APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS:** A turma será motivada a compartilhar, apresentar as descobertas realizadas a partir do uso do Merge Explorer, tal apresentação deverá ser feita por equipe para discussão com os demais colegas de sala.

**PROVA/FORMALIZAÇÃO:** na sequência, o professor apresentará de maneira formal e expositiva o uso do Merge Explorer objetivando as demonstrações de configuração do Galactic Explorer (objeto de investigação do sistema solar), apresentando as principais funcionalidades.

**RECURSOS COMPLEMENTARES:**

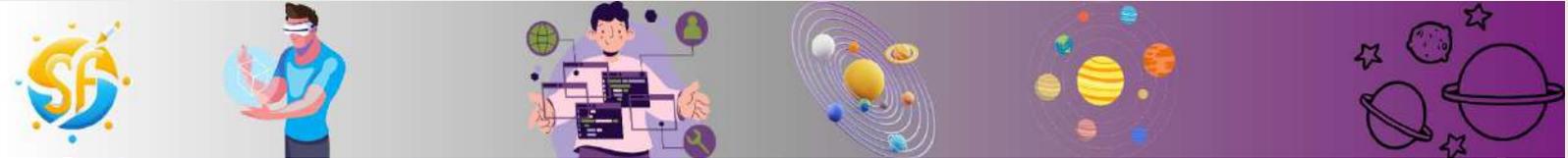
MERGE EXPLORER RA. (2019). Disponível em: [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.MergeCube.EDUExplorer&hl=pt\\_BR&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.MergeCube.EDUExplorer&hl=pt_BR&gl=US). Acesso em 21 de agosto de 2023.

SANTOS, J. N.; BORGES NETO, H.; PINHEIRO, A. C. M. **A origem e os fundamentos da sequência FEDATHI: uma análise histórico-conceitual.** Boletim Cearense de Educação e História da Matemática, Fortaleza, v.6, n.17, p.6 – 19, 2019.

**AValiação:** Formativa com uso do diário de bordo do professor, priorizando o comportamento dos estudantes durante a realização da atividade.

**PLANO DE AULA 03****INSTITUIÇÃO:** EEEP Gerardo Cristino de Menezes**PROFESSOR:** Raniere Andrade Brito**SÉRIE/NÍVEL:** 1ª Série do Ensino Médio**DISCIPLINA:** Projeto Interdisciplinar**TURMA:** 1º 'D' Técnico em Contabilidade**DATA:** 30/10/2023**TEMPO DIDÁTICO:** 100 min (2 h/a)**OBJETIVO(S):** Introduzir o conceito de sistema solar, levando os alunos à compreensão de um sistema formado por planetas, identificando cada planeta com as suas principais características de composição e órbita.**CONTEÚDO/TEMA:** Introdução ao sistema solar.**PLATEAU:** Os estudantes devem ter o conhecimento sobre a navegação das configurações do Galact Explorer. Eles também precisam compreender que o Sol é a estrela localizada no centro do sistema solar, além de terem a consciência de que esse sistema é composto por oito planetas e uma concepção sobre o significado de teoria.**COMPORTAMENTOS ESPERADOS DOS ALUNOS/PROFESSOR:****Alunos:** Deverão participar ativamente da aula, fazendo perguntas e compartilhando ideias. A partir da utilização do Galact Explorer AR explorarão com muito engajamento as principais características do sistema solar.**Professor:** Fornecer instruções claras sobre as transações do aplicativo, estimulando a partilha de conhecimentos entre os grupos. Oriente o monitor de cada equipe, bem como o grupo na totalidade, incentivando o pensamento científico de cada estudante.**ATIVIDADE:** Elaboração ou descrição de uma teoria que descreva a formação do sistema solar e listagem dos elementos que compõem o sistema solar.**AMBIENTE:** Sala de aula**PREPARAÇÃO DO AMBIENTE:** No 3º encontro os alunos serão organizados consoante as equipes pré-definidas e representadas por seus monitores, os alunos deverão estar com os celulares instalados o Merge Explorer, o Merge Cube confeccionado na aula anterior, cartolina, régua, compasso, lápis de várias cores e conteúdo impresso do livro "Explorando o Ensino de Astronomia", capítulo 05. O professor também precisará estar com seu smartphone instalado o Merge Explorer, bem como um computador e um retroprojetor com slides para a definição da prova.**TOMADA DE POSIÇÃO/APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA:****ACORDO DIDÁTICO:** O tema da aula será apresentado pelo professor que informará as regras da atividade. Os alunos tomarão conhecimento de que cada etapa da aula valerá uma pontuação mínima e máxima.**PROBLEMA:** Os alunos serão desafiados em grupo, orientado pelo Galactic Explorer e conteúdo impresso, a apresentar uma teoria que descreva a origem e formação do sistema solar e listar os elementos que o compõem.**MATURAÇÃO/DEBRUÇAMENTO:**

Na etapa de maturação, os alunos explorarão o sistema solar no Galact Explorer. Eles coletam informações gerais sobre o sistema solar, buscam informações adicionais no material impresso e constroem o modelo de teoria para explicar o surgimento do sistema solar. Ao finalizar essa etapa sequenciam com a elaboração de um poste informativo sobre o sistema solar. Nessa etapa, o professor é um observador e coordenador da fidelidade às regras da aula.

**SOLUÇÃO/APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS:**

As equipes serão solicitadas a compartilhar com toda a turma os resultados da pesquisa, as descobertas realizadas durante as investigações no Merge Explorer e o modelo do poste confeccionado para as redes sociais.

**PROVA/FORMALIZAÇÃO:**

O professor apresenta o sistema solar, e seus componentes, explica sobre a teoria da nebulosa solar com base em Nogueira (2009).

**RECURSOS COMPLEMENTARES:**

MERGE EXPLORER RA. (2019). Disponível em: [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.MergeCube.EDUExplorer&hl=pt\\_BR&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.MergeCube.EDUExplorer&hl=pt_BR&gl=US). Acesso em 21 de agosto de 2023.

SANTOS, J. N.; BORGES NETO, H.; PINHEIRO, A. C. M. **A origem e os fundamentos da sequência FEDATHI: uma análise histórico-conceitual**. Boletim Cearense de Educação e História da Matemática, Fortaleza, v.6, n.17, p.6 – 19, 2019.

NOGUEIRA, Salvador. **Explorando Ensino de Astronomia**. 1<sup>o</sup> edição. Brasília: MEC, SEB ; MCT ; AEB, 2009. 232 p. v. 11)

**AVALIAÇÃO:**

Formativa e orientada pelo caderno de bordo.

**PLANO DE AULA 04****INSTITUIÇÃO:** EEEP Gerardo Cristino de Menezes**PROFESSOR:** Raniere Andrade Brito**SÉRIE/NÍVEL:** 1ª Série do Ensino Médio**DISCIPLINA:** Projeto Interdisciplinar**TURMA:** 1º 'D' Técnico em Contabilidade**DATA:** 06/11/2023**TEMPO DIDÁTICO:** 100 min (2 h/a)**OBJETIVO(S):**

Identificar os planetas rochosos, suas principais características, composição, atmosfera, satélites naturais e localização no sistema solar.

**CONTEÚDO/TEMA:**

Os planetas Telúricos e suas características

**PLATEAU:**

Os alunos devem ter conhecimento sobre a composição básica do sistema solar, diferenciar rotação e translação e ter ideia do significado de órbita.

**COMPORTAMENTOS ESPERADOS DOS ALUNOS/PROFESSOR:**

Alunos: Devem estar motivados e curiosos para saber o que são, quais são os planetas telúricos. A partir do problema proposto os alunos iniciarão com as mais variadas perguntas acerca do tema.

Professor: Entusiasmado durante todas as etapas da aula, criando um ambiente de aprendizagem envolvente por meio da mediação dos princípios da sequência FEDATHI e inserção de elementos da gameificação.

**NECESSIDADES DO PROFESSOR:**

O professor precisará ter domínio sobre os conceitos e informações dos planetas telúricos, ter contato a um computador com internet, um celular com o galact explorer instalado para um bom acompanhamento, monitoramento dos estudantes na aula.

**ATIVIDADE:**

Construção de um mapa conceitual com informações gerais sobre o assunto.

**AMBIENTE:**

Laboratório de informática

**PREPARAÇÃO DO AMBIENTE:**

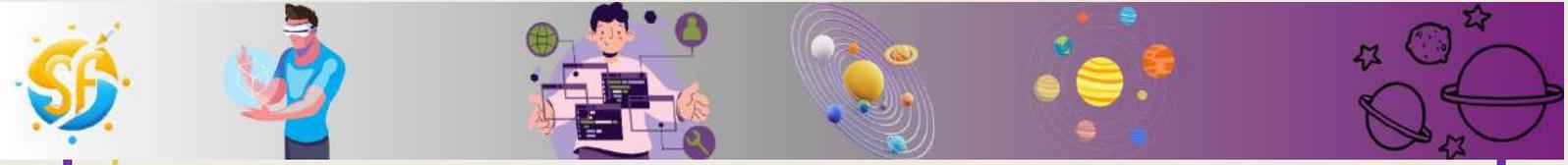
Os alunos serão direcionados para o laboratório de informática e organizados de acordo com as equipes já selecionados na primeira aula. Será preciso que as equipes estejam com os celulares e neles o Merge Explorer instalado. Os computadores do laboratório, precisará estar conectado à internet.

**TOMADA DE POSIÇÃO/APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA:**

ACORDO DIDÁTICO: O professor apresenta o tema e define as regras a serem seguidas para o desenvolvimento da atividade. Em seguida uma série de perguntas verbais serão feitas. Os alunos serão avisados que para cada tarefa desenvolvida será atribuída uma pontuação e que no final da aula será apresentado uma pontuação para cada equipe.

TOMADA DE POSIÇÃO: Os alunos serão desafiados a pesquisar a quantidade e as características dos planetas rochosos ao mesmo tempo que desenvolverão um mapa conceitual sobre as pesquisas no caderno.



**MATURAÇÃO/DEBRUÇAMENTO:**

As equipes iniciarão buscando os planetas rochosos, formas e características no Galact Explorer, buscando também, informações complementares nos livros digitais, disponibilizados previamente nos computadores. Em equipe, reunirão os achados para compartilhar na sequência com o restante da classe.

**SOLUÇÃO/APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS:**

Cada equipe apresenta seus resultados mostrando os caminhos trilhados até concluir cada fase da tarefa apresentando para toda a sala os conceitos, informações construídas pelo grupo.

**PROVA/FORMALIZAÇÃO:**

O professor compartilha com a turma, através do google apresentações um conjunto de slides mostrando caracterizações de cada um dos planetas rochosos, mostrando inclusive a relação da formação dos mesmos com a teoria da nebulosa solar.

**RECURSOS COMPLEMENTARES:**

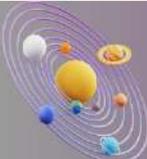
NETO, Hermínio Borges. Sequência Fedathi Além das Ciências Duras. Curitiba, PR: CRV, 2017.

MERGE EXPLORER RA. (2019). Disponível em: [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.MergeCube.EDUExplorer&hl=pt\\_BR&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.MergeCube.EDUExplorer&hl=pt_BR&gl=US). Acesso em 21 de agosto de 2023.

CAVALCANTE, A. A; SALES, G. L; SILVA, J. B. Tecnologias digitais no Ensino de Física: um relato de experiência utilizando o Kahoot como ferramenta de avaliação gamificada. Research, Society and Development, Fortaleza, v. 7, n. 10, p. 2142-2156, out. 2018.

**AVALIAÇÃO:**

Será formativa através da análise e conclusão de cada fase bem como engajamento na participação do kahoot como atividade final.



### PLANO DE AULA 05

**INSTITUIÇÃO:** EEEP Gerardo Cristino de Menezes

**PROFESSOR:** Raniere Andrade Brito

**SÉRIE/NÍVEL:** 1ª Série do Ensino Médio

**DISCIPLINA:** Projeto Interdisciplinar

**TURMA:** 1º 'D' Técnico em Contabilidade

**DATA:** 13/11/2023

**TEMPO DIDÁTICO:** 100 min (2 h/a)

#### **OBJETIVO(S):**

Identificar os planetas gasosos, suas posições no sistema solar, bem como composição e principais características, órbita, gravidade, forma satélites naturais dentre outras.

**PLATEAU:** Os alunos devem ter conhecimento básico sobre a composição do sistema solar, saber o significado de órbita compreendendo que os planetas gasosos são os mais afastados do sol.

#### **COMPORTEMENTOS ESPERADOS DOS ALUNOS/PROFESSOR:**

**Aluno:** Entusiasmados para responder os desafios proposto pelo professor, engajados com utilização da RA no Galact Explorer e envolvidos na execução das etapas da sequência de ensino.

**Professor:** Interativo com os alunos, possibilitando feedbacks e mediando ideias de maneira a incentivar os alunos a construir seus conhecimentos por meio da execução das etapas da aula.

#### **NECESSIDADES DO PROFESSOR:**

É muito importante que o professor tenha domínio sobre as informações e conceitos relacionados aos planetas gasosos do sistema solar. O professor precisará estar com o Merge Explorer instalado em seu smartphone e também precisará que os alunos estejam com o aplicativo em seus smartphones. Será necessário um computador ligado a um projetor.

#### **ATIVIDADE:**

Os alunos construirão um livreto informativo contendo as principais características dos planetas gasosos e criarão um poster sobre conceitos da aula para redes sociais.

#### **AMBIENTE:**

Sala de aula.

#### **PREPARAÇÃO DO AMBIENTE:**

No 5º encontro os alunos serão organizados em suas e receberão algumas folhas de papel A4 e precisarão de canetas coloridas, régua e outros materiais de desenho. O professor montará o computador com projetor para demonstrações e visualização do sistema solar.

#### **TOMADA DE POSIÇÃO/APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA:**

**ACORDO DIDÁTICO:** Inicialmente o professor informa o tema da aula e identifica o *plateau* com questionamentos verbais, caso necessário o *plateau* será inserido com amostragem de slides e diagramações. Os alunos serão informados que cada equipe deverá construir um catálogo sobre os planetas gasosos, na sequência, produzir um poster com informações e ilustrações sobre os planetas gasosos para publicação no *instagram*, eles serão informados que a postagem compõe uma das fases da aula.



**MATURAÇÃO/DEBRUÇAMENTO:**

Os alunos navegarão no Galact Explorer e buscarão também, informações também em materiais impressos. O objetivo de adquirir maior conhecimento sobre os planetas gasosos para a construção do catálogo. À medida que essa etapa da aula vai acontecendo os alunos tiram fotos usando RA no Merge Explorer e quando necessário fazem pesquisa na internet. Finalizando o catálogo ele é disponibilizado nas redes sociais juntamente com as informações e imagens construídas com o RA. Durante toda a maturação, o professor se apresenta como observador fazendo uso dos princípios da sequência FEDATHI.

**SOLUÇÃO/APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS:**

Cada equipe é convidada a apresentar as soluções construídas, informando como foi feito e quais estratégias foram usadas, também apresentam o poste desenvolvido para as redes sociais.

**PROVA/FORMALIZAÇÃO:**

O professor apresenta em slides imagens dos planetas gasosos, mostra algumas curiosidades sobre os mesmos e reforça conceitos pesquisados e discutidos apresentando também uma breve navegação no Galact Explorer.

**RECURSOS COMPLEMENTARES:**

NETO, Hermínio Borges. Sequência Fedathi Além das Ciências Duras. Curitiba, PR: CRV, 2017.

MERGE EXPLORER RA. (2019). Disponível em: [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.MergeCube.EDUExplorer&hl=pt\\_BR&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.MergeCube.EDUExplorer&hl=pt_BR&gl=US). Acesso em 21 de agosto de 2023.

HORVATH, J.E. O ABCD da Astronomia e Astrofísica. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2008

**AVALIAÇÃO:**

De caráter formativo a partir do comportamento, engajamento e desempenho durante a realização da atividade e engajamento do público nas postagens.

**PLANO DE AULA 06****INSTITUIÇÃO:** EEEP Gerardo Cristino de Menezes**PROFESSOR:** Raniere Andrade Brito**SÉRIE/NÍVEL:** 1ª Série do Ensino Médio**DISCIPLINA:** Projeto Interdisciplinar**TURMA:** 1º 'D' Técnico em Contabilidade**DATA:** 20/11/2023**TEMPO DIDÁTICO:** 100 min (2 h/a)**OBJETIVO(S):**

Reconhecer os componentes do cinturão de asteroides e cinturão de Kuiper entendendo sua formação, evolução e influências na formação e comportamento do sistema solar.

**CONTEÚDO/TEMA:**

Cinturão de Asteroides

**PLATEAU:**

Os alunos deverão ter conhecimento sobre os planetas do sistema solar e suas principais características, saber da existência de outros objetos que compõem o sistema solar, como: cometas, meteoritos e satélites naturais.

**COMPORTAMENTOS ESPERADOS DOS ALUNOS/PROFESSOR:**

Alunos: Motivados a aprender sobre asteroides e outros corpos do sistema solar, envolvidos na atividade com curiosidades e engajados nas discussões do grupo.

Professor: Proporcionar um ambiente que facilite as discussões em equipe, observando o comportamento dos alunos ao passo coordena o aprendizado dos mesmos por meio de orientações fundamentadas pela sequência FEDATHI e por elementos da gameficação.

**NECESSIDADES DO PROFESSOR:**

Conhecimento aprofundado sobre asteroides, cometas, satélites naturais e sistema solar em geral. Um computador conectado à internet, projetor de imagens e internet para os alunos.

**ATIVIDADE:**

Descobrir a posições dos asteroides e cometas dentro do sistema solar compreendendo os potenciais riscos de impacto de algum desses objetos com a Terra usando o Galact Explorer, textos impressos e pesquisas na internet construindo com as informações adquiridas um mapa conceitual.

**AMBIENTE:**

Sala de aula

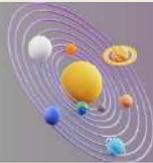
**PREPARAÇÃO DO AMBIENTE:**

No 6º encontro o professor prepara o projetor de imagens para a tomada de posição e a prova e organiza os alunos nas equipes para a maturação e solução.

**TOMADA DE POSIÇÃO/APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA:**

ACORDO DIDÁTICO: O professor apresenta o tema e realiza o acordo didático. Na sequência, para saber se o *plateau* faz questionamentos verbais sobre a aula





anterior e outros aspectos relacionado ao tema e caso o *plateau* não exista e professor o insere através de apresentações conceituais e de imagens por slides. Após a inserção do *plateau* o professor apresenta o problema: Existe risco de colisão de asteroides com a Terra? Existe um local no espaço específico onde esses objetos se concentram? Asteroide é o mesmo que cometa?

Os alunos serão informados de um tempo para a construção do mapa conceitual e para a produção do poster onde cada um representa uma fase da atividade que para pontuar precisará de finalização dentro do tempo.

#### **MATURAÇÃO/DEBRUÇAMENTO:**

Inicialmente os alunos abrirão o Galact Explorer e visualizarão a posição do Cinturão de Asteroides dentro do sistema solar. Para construção de mais conhecimentos os alunos acessam por meio dos celulares ao site da NASA (Agência Espacial do Estados Unidos) onde poderão visualizar imagens e informações à cerca do tema. Durante essa fase o professor observa o comportamento dos alunos e se aproxima das equipes com intuito apenas de guiar a busca pelo conhecimento, fundamentado pelos princípios da sequência FEDATHI.

#### **SOLUÇÃO/APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS:**

As equipes apresentam os mapas conceituais e informam os modelos e a trajetória de pesquisa usada para construir os conceitos e buscar as informações que respondiam aos desafios propostos.

#### **PROVA/FORMALIZAÇÃO:**

O professor usa essa fase da atividade para apresentar os conceitos formalizados em slides com imagens e ilustrações sobre asteroides, cometas e meteoritos e uma descrição sobre os cinturões de asteroides e de Kuiper.

#### **RECURSOS COMPLEMENTARES:**

NETO, Hermínio Borges. Sequência Fedathi Além das Ciências Duras. Curitiba, PR: CRV, 2017.

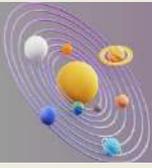
MERGE EXPLORER RA. (2019). Disponível em: [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.MergeCube.EDUExplorer&hl=pt\\_BR&q\\_l=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.MergeCube.EDUExplorer&hl=pt_BR&q_l=US). Acesso em 21 de agosto de 2023.

HORVATH, J.E. O ABCD da Astronomia e Astrofísica. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2008 O MUNDO DA CIÊNCIA. Por dentro do sistema solar 06- Cinturão de Asteroides.

NASA. Visão geral de asteroides, cometas e meteoros. Disponível em: <https://science.nasa.gov/asteroids-comets-meteors/> Acesso em: 09 de outubro de 2023.

#### **AVALIAÇÃO:**

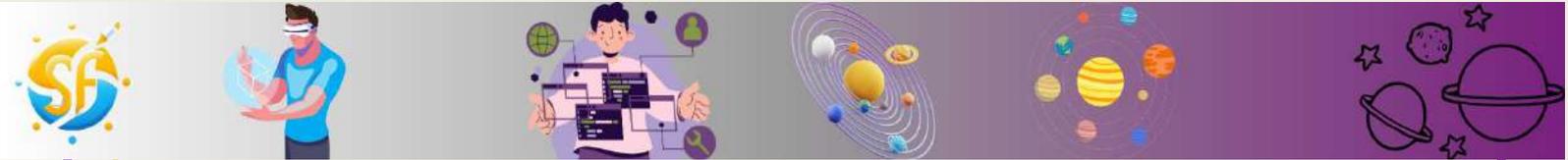
Formativa, por meio do engajamento durante a atividade.



**PLANO DE AULA 07**

<b>INSTITUIÇÃO:</b> EEEP Gerardo Cristino de Menezes
<b>PROFESSOR:</b> Raniere Andrade Brito
<b>SÉRIE/NÍVEL:</b> 1ª Série do Ensino Médio
<b>DISCIPLINA:</b> Projeto Interdisciplinar
<b>TURMA:</b> 1º 'D' Técnico em Contabilidade
<b>DATA:</b> 27/11/2023
<b>TEMPO DIDÁTICO:</b> 100 min
<b>OBJETIVO(S):</b> Realizar uma breve revisão sobre o sistema solar e fazer aplicação do pós-teste.
<b>CONTEÚDO/TEMA:</b> O sistema solar (pós-teste)
<b>PLATEAU:</b> Os estudantes deverão possuir habilidade de navegação pelo Galact Explorer, conhecervisualmente os principais objetos do sistema solar.
<b>COMPORTAMENTOS ESPERADOS DOS ALUNOS/PROFESSOR:</b> <u>Alunos:</u> Engajados e motivados pelo início e durante a atividade, empenhados em completartodas as fases da atividade no tempo determinado. <u>Professor:</u> No papel do observador e também regulamentador para que as regras e etapas da atividade sejam efetivadas com honestidade. Disponível para orientar, dentro dos princípiosda sequência FEDATHI, toda a atividade.
<b>NECESSIDADES DO PROFESSOR:</b> O professor deverá possuir um conhecimento aprofundado sobre o sistema solar, ter disponível um computador com internet e um projetor de imagens. Também será preciso disponibilidade do laboratório de informática com os computadores tendo acesso à internet.
<b>ATIVIDADE:</b> Revisão sobre o sistema solar e Resolução do questionário (Gamificado) do pós-teste através do Kahoot.
<b>AMBIENTE:</b> Sala de aula/ Laboratório de informática.
<b>PREPARAÇÃO DO AMBIENTE:</b> O professor deve organizar previamente o laboratório para que os alunos possam responder ao pós-teste com qualidade. Organiza o computador em sala de aula com projetor de imagens para uso antes da resolução do pós-teste.
<b>TOMADA DE POSIÇÃO/APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA:</b> ACORDO DIDÁTICO: O professor inicialmente informa aos alunos o procedimento da aula firmando os acordos (acordo didático) e afirmando que eles farão o teste com as mesmas características do teste que for realizado na primeira aula, mas antes eles farão em sala de aula uma breve navegação pelo sistema solar para revisar alguns tópicos e conceitos.  APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA: Os alunos deverão fazer uma breve navegação pelo sistema solar através do Galactic Explorer e também pelos matérias impressos duranteas aulas dessa sequência didática e em seguida apresentarão as dez curiosidades encontradas sobre o sistema solar.
<b>MATURAÇÃO/DEBRUÇAMENTO:</b> Cada equipe desenvolverá a listagem das curiosidades para apresentação para a





classe, nesse momento eles terão liberdade para realizar as pesquisas, dialogar sobre o tema e tirar dúvidas com o professor.

**SOLUÇÃO/APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS:**

Cada equipe apresenta de maneira dinâmica e dialogada, as soluções para o restante da classe.

**PROVA/FORMALIZAÇÃO:**

O professor usa essa fase da atividade para abordar de maneira geral a astronomia do sistema solar por meio da apresentação de slides e concepções apresentadas pelos alunos.

NETO, Hermínio Borges. Sequência Fedathi Além das Ciências Duras. Curitiba, PR: CRV, 2017.

MERGE EXPLORER RA. (2019). Disponível em: [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.MergeCube.EDUExplorer&hl=pt\\_BR&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.MergeCube.EDUExplorer&hl=pt_BR&gl=US). Acesso em 21 de agosto de 2023.

HORVATH, J.E. O ABCD da Astronomia e Astrofísica. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2008 O MUNDO DA CIÊNCIA. Por dentro do sistema solar 06- Cinturão de Asteroides.

**AVALIAÇÃO:**

Desempenho no pós-teste.



## APÊNDICE B – INSTRUMENTOS DE COLETAS DE DADOS

### QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO

1) Você já participou de alguma aula usando Realidade Aumentada (RA)?

- (A) Não.
- (B) Sim.
- (C) Não lembro.
- (D) Não sei do que se trata.

2) No que se refere à sua disposição para aprender determinado conteúdo o que mais influencia, é:

Ambiente de aprendizagem (espaço físico).

Conteúdo a ser aprendido.

Metodologia do professor.

3) Qual dos elementos a seguir mais influência para seu engajamento em uma atividade escolar desenvolvida em sala de aula?

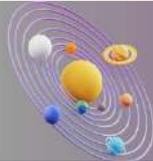
- (A) Uma recompensa.
- (B) Um desafio proposto.
- (C) Uma disputa entre equipes.
- (D) O próprio aprendizado.

4) Você já estudou sobre algum tema de astronomia no ensino fundamental?

- (A) Sim.
- (B) Não.
- (C) Não sei do que se trata astronomia.

5) Defina seu nível de conhecimento sobre a astronomia do sistema solar.

- (A) Muito pouco.
- (B) Pouco.



- (C) Razoável.
- (D) Alto.

## QUESTIONÁRIO USADO NO PRÉ-TESTE E NO PÓS-TESTE

Qual processo científico é atualmente o mais aceito para descrever a formação do sistema solar?

Fusão nuclear que ocorreu numa região do espaço dando origem ao sol e aos planetas.

Nuvem de gás e poeira interestrelar que colapsou seguida pela contração gravitacional dando origem ao Sol e aos demais corpos do sistema.

Impacto de duas estrelas dando origem instantânea ao Sol e aos planetas.

Intervenção divina, conforme descrito em mitologias antigas, resultando na criação do sistema solar.

O sistema solar é composto basicamente pelo quê?

- (A) O Sol e os planetas.
- (B) O Sol, planetas e constelações.
- (C) O Sol, planetas, luas e anéis, asteroides, cometas e planetas anões.
- (D) O Sol, constelações, luas e anéis, asteroides, cometas e planetas anões.

Quantos e quais são os planetas do sistema solar?

- (A) São 8, Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.
- (B) São 9, Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Netuno e Plutão.
- (C) São 9, Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Netuno e Ceres.
- (D) São 8, Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Plutão.

4) Quais os planetas do sistema solar são constituídos por rochas e metais na ordem crescente de distância ao Sol, ou seja, do mais próximo ao mais distante?

- (A) Mercúrio, Terra, Vênus e Marte.
- (B) Marte, Júpiter, Terra, Vênus.



(C) Mercúrio, Vênus, Terra e Marte.

(D) Marte, Terra, Vênus e Mercúrio.

5) O planeta Terra é a nossa casa e devemos cuidar bem dele. Sobre o planeta Terra arque a opção correta no que se refere a sua distância em relação ao Sol e gravidade na superfície respectivamente.

(A) 1 Unidade Astronômica (UA);  $9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

(B) 150 Unidades Astronômicas (UA);  $9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

(C) 10 Unidades Astronômicas (UA);  $25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

(D) 100 Unidades Astronômicas (UA);  $25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

6) Os planetas gasosos em sequência de distância ao Sol, do mais próximo ao mais afastado estão em ordem correta em:

(A) Marte, Júpiter, Saturno e Urano.

(B) Marte, Júpiter, Saturno, Netuno e Urano.

(C) Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.

(D) Saturno, Júpiter, Netuno e Urano.

7) Existe um lugar específico para os asteroides no sistema solar? onde especificamente?

(A) Não. Ficam espalhados por toda parte do sistema solar.

(B) Sim. Entre as órbitas de Júpiter e Saturno.

(C) Sim. Entre as órbitas de Marte e Júpiter somente.

(D) Sim. Principalmente entre as órbitas de Marte e Júpiter e além da órbita de Netuno.

8) Entre Marte e Júpiter orbitam objetos classificados como asteroides. Existe uma explicação científica para esses asteroides orbitarem a referida região do espaço? Qual?

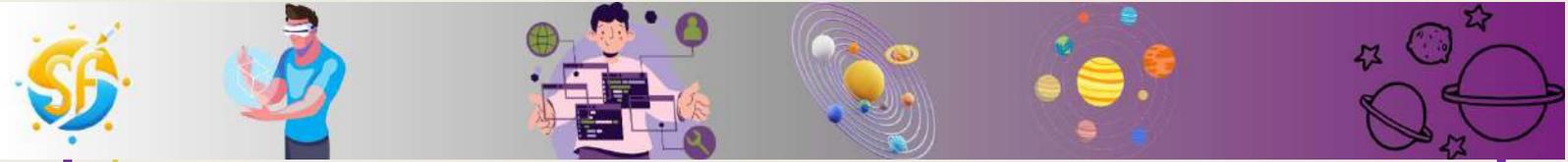
(A) A região é densamente povoada por asteroides devido à presença de uma fonte de calor intensa nessa área.

(B) A influência gravitacional de Júpiter impediu a formação de um planeta sólido nessa região, resultando na presença de asteroides.

(C) Marte e Júpiter colidiram no passado, dispersando asteroides em suas órbitas atuais.

(D) A região entre Marte e Júpiter é uma zona de formação planetária, onde asteroides estão se aglomerando para formar um novo planeta.





- 9) De onde vêm os cometas que orbitam o Sol e qual a composição deles?
- (A) Vêm de buracos negros distantes e são compostas principalmente de ferro e níquel.
  - (B) Os cometas são formados a partir de nuvens de poeira interestelar e são compostos principalmente de gás hélio.
  - (C) Os cometas são remanescentes da formação do sistema solar e são compostos principalmente de gelo e poeira (gelo sujo).
  - (D) Os cometas são fragmentos de asteroides que colidiram no espaço e são compostos principalmente de chumbo e carbono.
- 10) Respectivamente, na sequência, qual é o planeta do sistema solar de menor massa, o de maior massa, o mais próximo do Sol e o mais afastado do Sol?
- (A) Mercúrio, Júpiter, Mercúrio, Netuno.
  - (B) Plutão, Saturno, Mercúrio, Vênus.
  - (C) Mercúrio, Júpiter, Vênus, Marte.
  - (D) Terra, Júpiter, Mercúrio, Vênus.

# ANEXO I – PLANIFICAÇÃO DO MERGE CUBE

## MERGE®

STEPS

