

**MNPEF**

**Polo 61 - UFT Araguaína**



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

MICHAEL MONTEIRO MATOS

**ENSINO DE ASTRONOMIA COM APRENDIZAGEM BASEADA EM GAME:  
O CASO BENDEGÓ**

Araguaína – TO  
2020

# MNPEF

Polo 61 - UFT Araguaína



MICHAEL MONTEIRO MATOS

## **ENSINO DE ASTRONOMIA COM APRENDIZAGEM BASEADA EM GAME: O CASO BENDEGÓ**

Dissertação de Mestrado Michael Monteiro Matos, apresentado ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Tocantins – Polo Araguaína no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Dra. Cláudia Adriana da Silva  
Coorientador: Dr. Luis Juracy Rangel Lemos

Araguaína - TO  
2020

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins**

---

M433e Matos, Michael Monteiro.  
ENSINO DE ASTRONOMIA COM APRENDIZAGEM BASEADA  
EM GAME: O CASO BENDEGÔ. / Michael Monteiro Matos. –  
Araguaína, TO, 2020.  
61 f.  
  
Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal do  
Tocantins – Câmpus Universitário de Araguaína - Curso de Pós-  
Graduação (Mestrado) Profissional Nacional em Ensino de Física,  
2020.  
Orientadora : Cláudia Adriana Da Silva  
Coorientador: Luis Juracy Rangel Lemos  
  
1. BNCC. 2. Jogos Digital. 3. Astronomia Básica. 4.  
Aprendizagem Baseada em Games. I. Título

**CDD 530**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

**MICHAEL MONTEIRO MATOS**

**ENSINO DE ASTRONOMIA COM APRENDIZAGEM BASEADA EM GAME:  
O CASO BENDEGÓ**

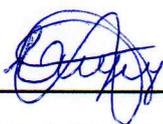
Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Orientadora: Dra. Cláudia Adriana da Silva

Coorientador: Dr. Juracy Rangel Lemos

Data da aprovação: 17/09/2020

**BANCA EXAMINADORA**



---

Dra. Cláudia Adriana da Silva (Orientadora)

Participação por videoconferência



---

Dra. Maria Liduina das Chagas (UNIFESSPA)

Participação por videoconferência



---

Dra. Sheyse Martins de Carvalho (UFT)

Participação por videoconferência

Dedico esta dissertação a todos aqueles que contribuíram direta e indiretamente à realização deste projeto.

## Agradecimento

À família e aos amigos, com todo carinho e dedicação, buscarei sempre em ser um dos motivos de alegria em suas vidas.

Aos meus orientadores Cláudia Adriana da Silva e Luis Juracy Rangel Lemos, por me apoiarem o tempo que dedicam, visando sempre a completar as etapas com excelência.

Querida coordenadora Pâmella Gonçalves Barreto, que sempre esteve disposta a nos ajudar, agradeço pelo carinho.

A meus amigos companheiros de mestrado, que foram fundamentais nesta jornada. Foi um prazer conhecê-los.

Ao Polo 61- UFT, do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF por oferecer aos estudantes a oportunidade na qualidade dos profissionais para o ensino.

Agradeço a Sofiane Faci pelo auxílio em uma demonstração.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

*“ a natureza é um enorme jogo de xadrez disputado por deuses, e que temos o privilégio de observar. As regras do jogo são o que chamamos de física fundamental, e compreender essas regras é a nossa meta”*

*Richard Feynman*

## RESUMO

Com o intuito de inovar o ensino-aprendizagem em Física nas escolas, este trabalho utiliza-se de um jogo digital desenvolvido pelo autor chamado "O caso Bendegó" que tem uma abordagem lúdica, com a finalidade de facilitar a compreensão e o engajamento dos estudantes em relação ao Objeto de Conhecimento da Astronomia Básica, Leis de Kepler e Gravitação Universal em duas turmas da 3ª série do Ensino Médio na cidade de Palmas-TO. Foram utilizadas duas metodologias fundamentadas na Aprendizagem Baseada em Games sendo: a Sala de Aula Invertida e a Teoria da Argumentação de Toulmin, em dois momentos diferentes para adquirir, respectivamente, a Cultura Digital e a Comunicação, Competências da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Os resultados revelaram um engajamento, de certa forma muito positivo, pois facilitou o aprendizado de conceitos básicos da física quando trabalhado a habilidade para adquirir as competências. Assim, os estudantes tornaram mais ativos em razão de não passar a maior parte do tempo ouvindo apenas o professor, mas interagindo, ou seja, assumindo o papel de protagonistas na classe.

**Palavra chave:** BNCC; Jogos Digital; Astronomia Básica; Aprendizagem Baseada em Games

## ABSTRACT

In order to innovate the teaching-learning in physics in schools, the current work uses a digital game developed by the author called "The Bendegó Case" which has a playful approach, for the purpose of facilitating the students' understanding and commitment in relation to the object of knowledge of Basic Level Astronomy, Kepler's Laws and the Universal Gravitation in two classes of Junior High School in Palmas-TO. It were used two methodologies founded on game-based learning, as the flipped classroom and the Toulmin's argumentation theory in two different moments to acquire, respectively, Digital Culture and Communication, Competences of Base Nacional Comum Curricular (BNCC). The results revealed the students' commitment in a certain way, very positive because it facilitated the learning of basic concepts of physics when working on the skill to acquire the competences. So the students became more active, because they did not spend most of their time listening only to the teacher, but interacting themselves, that is, playing a leading role in the class.

**Keywords:** BNCC; Digital Games; Basic Level Astronomy; Game Based Learning

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Competências da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).....	3
Figura 2 - Dimensões e Subdimensões das Competências Gerais da BNCC .....	4
Figura 3 - Grau de aprendizagem .....	6
Figura 4 - Estado de imersão de fluxo.....	13
Figura 5 - Padrão de argumento de Toulmin.....	16
Figura 6 - órbita elíptica da massa .....	20
Figura 7 - Representação da relação do momento angular .....	24
Figura 8 - Representação da área com o comprimento de arco. ....	25
Figura 9 - Órbita circular da massa .....	26
Figura 10 - Força gravitacional diferencial sofrida pelas massas dentro do campo gravitacional da massa M.....	29
Figura 11 - Ambientes do O caso Bendegó .....	35
Figura 12 - Tela inicial do <i>game</i> “O caso Bendegó” .....	36
Figura 13 - Introdução do <i>game</i> “O caso Bendegó” .....	36
Figura 14 - Tela de escolha do personagem.....	37
Figura 15 - Escritório de detetive.....	37
Figura 16 – Exemplo de Informação para o personagem .....	38
Figura 17 – Exemplo de Teletransportar para a missão.....	38
Figura 18 – Exemplo de Mínimo de comunicação.....	39
Figura 19 - <i>Status</i> de comunicação.....	39
Figura 20 - Aurora Boreal.....	40
Figura 21 - Groelândia .....	40
Figura 22 – Exemplo de Dica da missão.....	41
Figura 23 – Exemplo de Teletransportar pela dica.....	41
Figura 24 - Local Nigéria .....	42
Figura 25 - Ano-Luz.....	42
Figura 26 – Exemplo de Questão da Porta: Ano-Luz.....	43
Figura 27 – Exemplo de informação da 2ª Lei de Kepler .....	43
Figura 28 – Exemplo de Questão com barreira: Gravitação Universal.....	44
Figura 29 - Entrada da prefeitura .....	44
Figura 30 - Primeira etapa de segurança .....	45
Figura 31 - Segunda etapa de segurança .....	45
Figura 32 - Terceira etapa de segurança .....	46
Figura 33 - Quarta etapa de segurança .....	46
Figura 34 – Suborno da prefeita.....	47
Figura 35 - Condecoração.....	47
Figura 36 - Cidade Radioativa.....	48

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Princípios de aprendizagem.....	8
Quadro 2 - Aspectos importantes para o jogo .....	10
Quadro 3 - Tipos de imersão.....	11
Quadro 4 - Os pilares da Sala de Aula Invertida .....	15

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>6</b>
2.1. Aprendizagem baseada em games.....	7
2.2. Jogos e seu Designer.....	10
2.3. Sala de Aula Invertida .....	13
2.4. Teoria da argumentação em sala de aula .....	15
<b>3. FÍSICA.....</b>	<b>19</b>
3.1. As Leis de Kepler .....	19
3.1.1. 1ª Lei de Kepler .....	19
3.1.2. 2ª Lei de Kepler .....	23
3.1.3. 3ª Lei de Kepler .....	25
3.2. Gravitação Universal.....	27
3.3. Força gravitacional diferencial.....	29
<b>4. METODOLOGIA.....</b>	<b>31</b>
4.1. Processo de Construção.....	31
<b>5. O PRODUTO: O CASO BENDEGÓ.....</b>	<b>34</b>
5.1. O Meteorito Bendegó .....	34
5.2. Enredo.....	34
5.3. O ambiente do <i>Game</i> .....	35
<b>6. APLICAÇÃO DO PRODUTO .....</b>	<b>49</b>
6.1. Primeiro momento.....	49
6.2. Segundo momento – Aplicação do “O caso Bendegó”.....	51
6.3. Terceiro momento – Aula argumentativa .....	53
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>57</b>
<b>8. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>58</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A educação é direito de todos, segundo previsão da Constituição Federal de 1988 no Art. 205 que define:

A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando o pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho. (BRASIL, 1988, [s. p.]).

A Constituição Federal trata dos conteúdos mínimos citados pelo Art. 210 da seguinte forma, “Serão fixados conteúdos mínimos para o ensino fundamental, de maneira a assegurar formação básica comum e respeito aos valores culturais e artísticos, nacionais e regionais.” (BRASIL, 1988, [s. p.]). De forma cronológica, os conteúdos mínimos poderão ser encontrados nas Diretrizes Curriculares Nacionais estabelecidos conforme a LDB<sup>1</sup>, nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e atualmente na Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Os currículos da educação infantil, do ensino fundamental e do ensino médio devem ter base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e em cada estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos educandos. (Brasil, 1996, [s.p.])

Com a implementação da BNCC em 2018, torna essencial a aprendizagem mínima a qualquer criança, adolescente e adulto, independente de frequentarem escolas públicas ou privadas. Estabelecendo assim, as Competências e Habilidades básicas que os estudantes devem adquirir. A BNCC traz uma série de aportes teóricos e estruturas organizadas para todo o ensino da área de Ciências da Natureza, essas estruturas têm uma relação intrínseca com as Competências Específicas, destacando a construção histórica, social e cultural humana, e um elemento importante é o letramento científico que articula toda a área de Ciências.

A BNCC aborda o componente de Física dentro da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, estruturada em duas Unidades Temáticas que correspondem a Matéria e Energia e Vida, Terra e Cosmos. A BNCC tem ênfase

---

<sup>1</sup> LDB: Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - nº 9.394 de 1996, citado pelo Art. 26

para o desenvolvimento do letramento científico, propondo um conhecimento aplicado intervindo no mundo real baseado em princípios éticos e sustentáveis. Os estudantes desenvolverão dessa forma as habilidades suficientes para tomar decisões baseadas nos procedimentos investigativos.

Com o avanço acelerado das tecnologias, a escola tem a missão de tentar acompanhá-las. A BNCC ressalta que “... fazer uso de tecnologias de informação e comunicação, possibilita aos alunos ampliar sua compreensão de si mesmos, do mundo natural e social, das relações dos seres humanos entre si e com a natureza.” (BRASIL, 2018, p. 58)

A compreensão e apropriação no uso das novas tecnologias como ferramenta nos processos pedagógicos contribuem significativamente no desenvolvimento do ensino-aprendizagem.

... que o uso de tecnologias possibilita aos estudantes alternativas de experiências variadas e facilitadoras de aprendizagens que reforçam a capacidade de raciocinar logicamente, formular e testar conjecturas, avaliar a validade de raciocínios e construir argumentações.” (BRASIL, 2018, p. 536)

O desenvolvimento tecnológico mundial é cada vez mais dinâmico e este avanço vai ao encontro de um novo olhar sobre a educação, baseado na necessidade da transformação digital para os estudantes como perspectiva de torná-los profissionais do futuro. Para isso, os estudantes devem adquirir competências nas tecnologias no âmbito escolar.

É preciso garantir aos jovens aprendizagens para atuar em uma sociedade em constante mudança, prepará-los para profissões que ainda não existem, para usar tecnologias que ainda não foram inventadas e para resolver problemas que ainda não conhecemos. Certamente, grande parte das futuras profissões envolverá, direta ou indiretamente, computação e tecnologias digitais. (BRASIL, 2018, p. 473)

A BNCC traz 10 (dez) Competências Gerais indicadas na figura 1 que norteiam a aprendizagem desde as séries iniciais até o ensino médio, de forma comum e obrigatória no currículo.

Figura 1 - Competências da Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

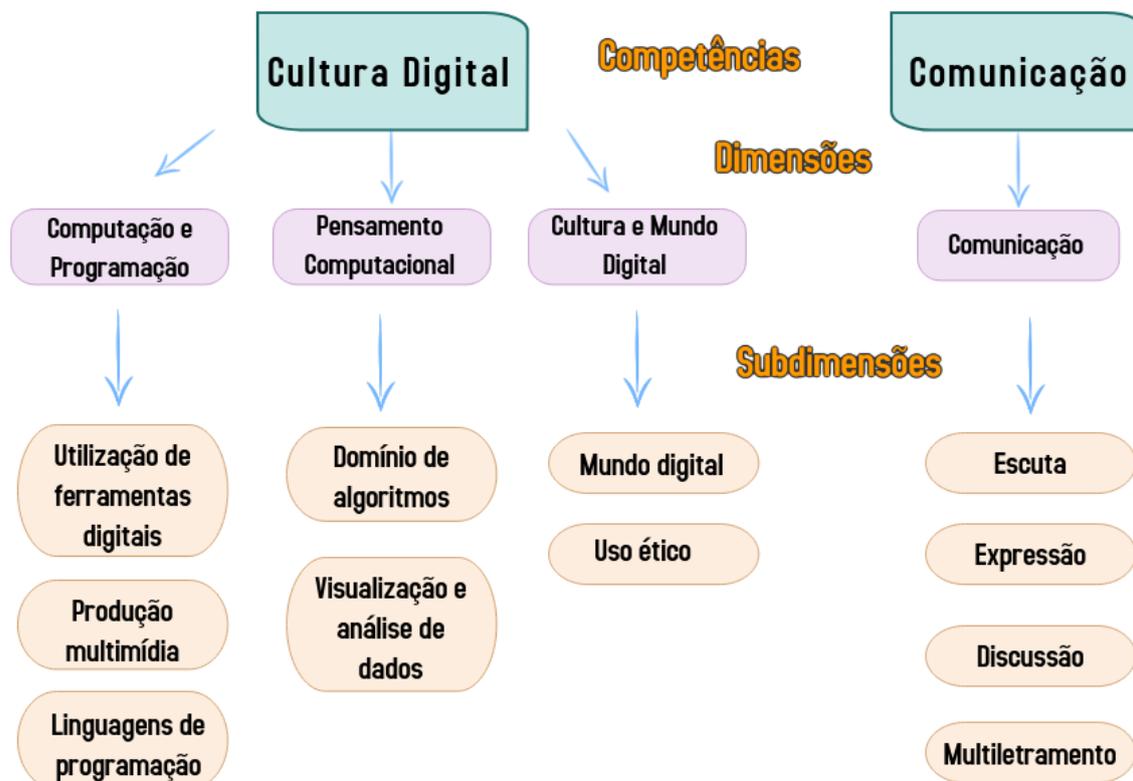


Fonte: criado pelo autor com referência na Movimento pela Base Nacional Comum Curricular (2018)

Dentre as Competências Gerais da BNCC, foram trabalhadas duas competências com os estudantes, utilizando o produto “O caso Bendegó” em dois momentos distintos. No primeiro momento, em relação às tecnologias, foi contemplada a Cultura Digital que corresponde a quinta competência, utilizou-se o game “O caso Bendegó” no laboratório de informática. No segundo momento, aplicou-se, em sala de aula, uma aula argumentativa com base ao primeiro momento, contemplando a quarta competência chamada Comunicação.

Segundo o Movimento pela Base Nacional Comum Curricular (2018) as Competências Gerais têm dimensões e subdimensões. Na figura 2 estão representadas as dimensões e subdimensões desenvolvidas nas Competências Cultura Digital e Comunicação.

Figura 2 - Dimensões e Subdimensões das Competências Gerais da BNCC



Fonte: criado pelo autor com referência na Movimento pela Base Nacional Comum Curricular (2018)

A Competência Cultura Digital diz de que o estudante deve conseguir: “Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de forma crítica, significativa e ética.” para que o estudante possa “Comunicar-se, acessar e produzir informações e conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria” (Movimento pela Base Nacional Comum Curricular, 2018, p. 31).

A Competência Comunicação aborda: “Utilizar diferentes linguagens.” para que o estudante possa “Expressar-se e partilhar informações, experiências, ideias, sentimentos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.” (Movimento pela Base Nacional Comum Curricular, 2018, p. 26).

O produto dessa dissertação teve a construção de um *game* de RPG<sup>2</sup> chamado “O caso Bendegó” com uma trama de um agente que deverá desvendar o caso de um roubo no museu do Rio de Janeiro do meteorito Bendegó que foi

<sup>2</sup>RPG: é um gênero de um jogo, que possui sua sigla em inglês *Role-Playing Game*, onde os jogadores assumem o papel de personagens imaginários, em um mundo fictício.

capturado por uma Prefeita que vende joias artesanais através de um mercado clandestino, e tais joias são criadas com pedaços de meteorito.

Na busca por informações, o estudante será um personagem de um agente espião, desvendando os rastros dos locais onde o Bendegó passou e para isso encontrará o principal suspeito do crime, que fará o possível para atrapalhar a investigação enviando vários inimigos. Conforme o agente vai adquirindo as informações sobre a Astronomia Básica, as Leis de Kepler e Gravitação Universal, terá que deduzir por onde o suspeito passou e assim se teletransportar para esses locais.

O game “O caso Bendegó”, segundo a Competência da BNCC Cultura Digital, aplica-se à dimensão da Computação e Programação que aborda o uso de equipamentos multimídia e dispositivos eletrônicos, utilizando a subdimensão da utilização de ferramentas digitais para que os estudantes adquiram essa competência.

Na aplicação do jogo foi utilizada a Aprendizagem Baseada em Games juntamente com as metodologias Sala de Aula Invertida com o Ciclo de Argumentação para que os estudantes obtenham as Competências da Cultura Digital, na utilização de ferramentas digitais, e da Comunicação com a subdimensão Expressão.

“Expressão de ideias, opiniões, emoções e sentimentos com clareza. Compartilhamento de informações e experiências com diferentes interlocutores. Domínio de aspectos retóricos da comunicação verbal com garantia de compreensão do receptor”. (Movimento pela Base Nacional Comum Curricular, 2018, p. 26)

A utilização do produto educacional "O Caso Bendegó" proporcionou observações do envolvimento dos estudantes na aplicação do jogo, levando a uma melhoria na expressão, com base em objetos de conhecimento relacionados à Astronomia Básica, Leis de Kepler e Gravitação Universal.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Um dos fatos dos estudantes aprenderem de formas diferentes refere-se ao caso de já terem o contato com a utilização de algumas tecnologias, como os games e a sua aplicação na educação está relacionada aos estímulos auditivos e visuais que com a prática possibilita adquirir certas habilidades e competências.

Figura 3 - Grau de aprendizagem



Fonte: criado pelo próprio autor com base na referência em Junior, Souza e Silva (2019)

Segundo Junior, Souza e Silva (2019) a teoria da pirâmide de aprendizagem estabelece a forma como os estudantes aprendem e retêm os conteúdos. Observando a figura 3, até 50% dos estudantes aprendem lendo, ouvindo e observando e até 80% aprendem fazendo, pois estão praticando.

De certa forma, a Competência da BNCC Cultura Digital traz o tema da utilização de games para contribuir de forma significativa no processo de aprendizagem dos estudantes, pois está relacionado com os 80% no que diz respeito à pôr em prática, conforme a pirâmide de aprendizagem.

Ao longo do texto, a abordagem metodológica será apresentada para que o professor possa planejar a sua aula com foco no uso de games, utilizando a Sala de Aula Invertida para que os estudantes possam praticar e ter conhecimentos prévios sobre o objeto de conhecimento, de modo que o professor possa trabalhar

em outro momento a Argumentação dos estudantes no conhecimento adquirido com o *game*.

## 2.1. Aprendizagem baseada em games

A tendência para jogar é inata ao ser humano de modo geral, pois é através do jogo na primeira infância que se aprende algumas competências essenciais.

...o *game* é algo ainda mais antigo que a cultura. Uma vez que cultura pressupõe a existência da sociedade humana. Os animais também brincam e, se observamos o grupo de animaizinhos brincando, percebemos que reproduzem atitudes e gestos que parecem um certo ritual. Brincam e se mordem com uma força que parece controlada para não machucar o outro e evidentemente se divertem com essas brincadeiras. (Alves, 2015, p. 16)

Conforme Huizinga (1996) jogo é uma atividade que tem um conjunto de regras bem definidas que vem acompanhado de uma tensão, estresse e alegria ao mesmo tempo e que é diferente da vida cotidiana.

Jogar é uma atividade ou ocupação voluntária, exercida dentro de certos e determinados limites de tempo e de espaço, segundo regras livremente consentidas, mas absolutamente obrigatórias dotadas de um fim em si mesmas, acompanhadas de um sentimento de tensão e de alegria e de uma consciência de ser diferente da ‘vida cotidiana’ (HUIZINGA, 1996, p. 23).

Em Mattar (2010) o termo *games* abrange jogos digitais ou jogos eletrônicos praticados em consoles, computadores e atualmente em *smartphones*. No contexto educacional, os jogos sempre foram utilizados como uma prática de aprendizagem no ensino infantil até o ensino superior e passando também pelos meios corporativos.

Alguns teóricos pensam especificamente na utilização de *games* na educação, incorporando fundamentações relacionadas à aprendizagem baseada em *games*. O teórico Gee (2009) trata da teoria de utilização de *games* em educação, envolvendo conceitos dos princípios de aprendizagem onde os *games* podem desempenhar um papel importante, sendo possível identificar alguns desses princípios que foram utilizados no *game* O caso Bendegó, conforme quadro 1.

Quadro 1 - Princípios de aprendizagem (Continua)

1. Identidade	É a forma como o estudante assume o papel do personagem, promovendo um engajamento nesse mundo virtual.	No “O caso Bendegó” a identidade utilizada é de um agente investigador.
2. Interação	Representa como o ambiente virtual se comunica com o jogador, permitindo um <i>feedback</i> à medida que o jogo avança.	No “O caso Bendegó” esta interação ocorre com todos os personagens, animais, lojas, livros, armários, arcas e inimigos, enfim, com todos os elementos do jogo.
3. Riscos	É uma consequência adquirida pelo estudante dentro do jogo que permite encorajar, conhecer e explorar, correndo o risco de falhar, e se isso acontecer, terá os <i>feedbacks</i> que lhe permitirão voltar atrás e tentar novamente.	No “O caso Bendegó”, o jogador terá de explorar todas as extensões do mapa para poder resolver as questões e enfrentar vár estudante ios inimigos que colocarão o estudante em risco durante a missão.
4. Customização	É como o estudante personaliza a personagem dentro do jogo, adaptando os atributos que pretende atribuir ao personagem.	No “O caso Bendegó”, as lojas e alguns desafios dentro do jogo tornam esta personalização possível;
5. Agência	É o domínio do estudante dentro do jogo de modo que se sinta importante, ao mesmo tempo deve ter a sensação de ser um representante do jogo, o que o torna uma personagem interessante.	No “O caso Bendegó”, as decisões do estudante afeta o resultado e a maneira como soluciona os problemas nesse <i>game</i> .
6. Boa ordenação dos problemas	É como se ordena progressivamente os problemas, permitindo aos estudantes fazer as deduções.	No “O caso Bendegó”, a progressão dos problemas começa com conceitos de Astronomia Básica partindo para as Leis de Kepler e Gravitação Universal de modo que a informação anterior seja bem construída para levar os estudantes a formular hipóteses para resolver problemas posteriores.
7. Desafio e consolidação	É a forma como o jogo oferece os desafios, proporcionando a aplicação dos conhecimentos adquiridos anteriormente. À medida que o estudante vai resolvendo os desafios, vão surgindo outros para consolidar a informação obtida nos níveis anteriores.	No “O caso Bendegó”, estes se apresentam sob a forma de perguntas, consolidando o conhecimento.

Quadro 1 - Princípios de aprendizagem (Conclusão)

8. “Na hora certa” e “a pedido”	É como as informações dentro do jogo podem ser acessíveis a qualquer momento.	No "O Caso Bendegó", as informações estão disponíveis na medida em que o estudante sente a necessidade de recorrer novamente.
9. Sentidos contextualizados	Simboliza outras formas de informação dentro do jogo.	No "O caso Bendegó", algumas informações contextualizadas são apresentadas através de imagens.
10. Explorar, pensar lateralmente, repensar os objetivos	Proporciona ao jogador o conhecimento de todos os ambientes dentro do jogo.	Em "O caso Bendegó" foi criado um comando de verificação de comunicação para permitir que a personagem circule pelos ambientes, tendo contato com todas as personagens não jogáveis, adquirindo a informação para o objetivo da missão.

Fonte: Criado pelo autor com referência no Gee (2009)

De acordo com as ideias de Mattar (2010) temos uma geração de jovens que nasceram utilizando as tecnologias digitais, ou seja, cresceram utilizando a *Internet* e os jogos eletrônicos, com isto, a utilização destas tecnologias digitais leva-os a pensar, comunicar e aprender de forma diferente. Assim, quando os professores se depararem com estudantes que utilizam tecnologias, como é o caso dos *games*, normalmente mostram um comportamento ativo e caberá ao professor saber como as ferramentas serão utilizadas corretamente pelos estudantes.

A aprendizagem baseada em *games*, conforme Prensky (2012, p. 208) “é qualquer união entre conteúdo educacional e jogos de computador”. De certa forma, não se restringe necessariamente aos jogos educativos, uma vez que os jogos de entretenimento também podem ser aplicados de forma diversificada na educação, refletindo em termos de idade e gênero, para que não se crie ou utilize jogos inviáveis.

Para se trabalhar com jogos educativos é importante que a metodologia seja adaptada e ao mesmo tempo seja inserido o objeto de conhecimento. O *game*, por exemplo, poderá ser usado como uma estratégia no ambiente escolar, trabalhando não somente o objeto de conhecimento, mas também as habilidades que serão desenvolvidas para adquirir a competência da Cultura Digital.

## 2.2. Jogos e seu Designer

Schell (2008) estabelece Design de jogo como um projeto que determina a forma de execução do jogo, sendo ações e propostas bem definidas que permitem uma experiência maravilhosa, atraente e memorável, de modo que, consiste em um conjunto de artefatos que foram concebidos para proporcionar essas experiências memoráveis. Os aspectos de designer de jogos levam essa experiência a serem memoráveis, conforme o quadro 2.

Quadro 2 - Aspectos importantes para o jogo

1. <i>Games are entered willfully.</i>	Jogo é completamente voluntário - Correspondem aos fatos dos jogos serem completamente voluntários, uma vez que ninguém pode ser obrigado a jogar. Dessa forma, pode tornar essa experiência desagradável.
2. <i>Games have goals</i>	Jogo tem Objetivo - Referem-se aos objetivos e regras que devem ser claros. Logo, os designers de jogos terão os objetivos desenhados para aqueles diferentes papéis.
3. <i>Games have conflict</i>	Jogos têm conflitos - Relacionam-se aos fatos sobre os confrontos nos jogos, resultando em desafiar o jogador a superar obstáculos e, portanto, criar um sentimento de realização que proporciona prazer ao jogar.
4. <i>Games have rules</i>	Jogos têm regras - É o que define as ações que o jogador pode efetuar para alcançar os objetivos. De fato, as regras delimitam o corpo do jogo.
5. <i>Games can be won and lost</i>	Jogos pode se ganhar ou perder – Quando o jogador atinge o objetivo do jogo, ele ganha e se não o alcançar, perde ou empata.
6. <i>Games are interactive</i>	Jogo é interativo - Não existe necessariamente uma linearidade, ou seja, que o jogador deve obrigatoriamente seguir. Um jogo pode de forma interativa fazer com que o jogador avance ou percorra caminhos diferentes de outro jogador.
7. <i>Games have challenge</i>	Jogos têm desafios - Permitem que haja desafios que estarão relacionados com os próprios conflitos para atingir determinados objetivos em diferentes níveis.
8. <i>Games can create their own internal value</i>	Jogo pode criar seu valor interno - Conforme a interação do jogador, ultrapassando os desafios abordados pelos conflitos e alcançando os objetivos dentro do jogo, os valores serão acrescentados ao jogador à medida que este avance.
9. <i>Games engage players</i>	Jogo engaja os participantes – O <i>design</i> do jogo é projetado para fazer com que os jogadores fiquem imersos no ambiente virtual e sintam que estão mentalmente conectados a essas experiências de jogo, o que pode causar perda de noção do tempo no ambiente.
10. <i>Games are closed, formal systems</i>	O Jogo é fechado, um sistema formal - Consiste em diferentes elementos inter-relacionados por regras, colocando limites ao sistema que delimitarão o corpo do jogo.

Fonte: Criado pelo autor com referência em Schell (2008)

Conforme Huizinga (1996) as ações do mundo real geram um significado de fantasia no jogo, promovendo ganhar um significado especial neste ambiente, tratando de um círculo mágico que tentará gerar sensações prazerosas, fantasiosas, narrativas, desafios, companheirismos, descobertas, expressões e entre outros. Com essas diferentes sensações, gera-se uma experiência no jogo que costuma e/ou se espera que seja prazerosa.

De acordo com as ideias de Ermi e Mäyrä, (2005) a experiência de jogo está relacionada ao engajamento esperado a partir de uma interação do jogador com o jogo. Os tipos de imersão que se espera com essa experiência estão relacionados das seguintes formas:

Quadro 3 - Tipos de imersão

1. Sensorial	Essa imersão está relacionada ao audiovisual e com a importância de se ter o sentido visual e auditivo na experiência do processo.
2. Imaginativa	Está relacionada ao enredo do jogo que gera um nível de imersão imaginativa, pois é o nível que leva o usuário ao mundo da fantasia.
3. Baseada em desafios	Essa imersão está relacionada basicamente aos desafios no jogo, colocando as habilidades cognitivas e motoras do jogador empenhadas nos desafios para que possa avançar.

Fonte: Criado pelo autor com referência m Ermi e Mäyrä, (2005)

Em resumo, a imersão é uma desconexão da realidade quando confrontada com outra realidade paralela, seja ela uma realidade virtual ou uma história de um livro, de certa forma, é um estado no qual as pessoas sentem-se tão envolvidas e dedicadas a atividades que entram no estado de *flow* ou fluxo.

A teoria de fluxo ou *flow* surgiu através dos estudos do psicólogo Csikszentmihalyi (1990) que percebeu como as pessoas entravam no estado de imersão quando ficavam dedicadas em uma tarefa, basicamente por duas variáveis, sendo uma o desafio que a atividade proporciona à pessoa e a outra em relação à habilidade que essa pessoa tinha ao desenvolver essa atividade. De certo modo, essa experiência de fluxo dá a sensação de prazer e satisfação, fazendo com que o jogador se engaje, ficando imerso naquela atividade, apresentando os seguintes tipos de experiência:

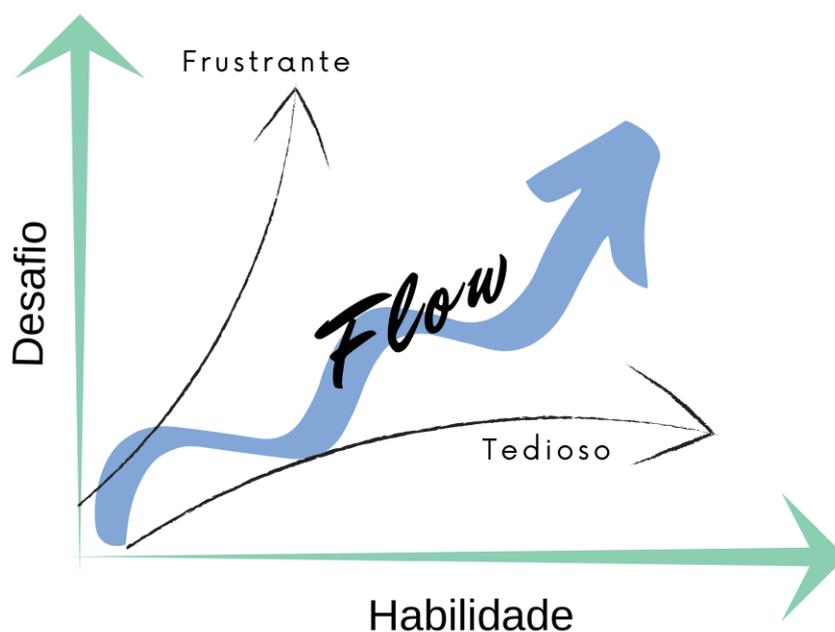
1. Enfrentamos tarefas que temos uma chance de concluir;
2. Devemos ser capazes de nos concentrar no que estamos fazendo;
3. A tarefa tem objetivos claros;
4. A tarefa fornece *feedback* imediato;
5. A pessoa age com um envolvimento profundo, mas sem esforço, que afasta da consciência as preocupações e frustrações da vida cotidiana;
6. Exerce-se um sentido de controle sobre suas ações;
7. A preocupação com o eu desaparece, no entanto, paradoxalmente a sensação de si próprio emerge mais forte após o fluxo a experiência terminou; e
8. A noção de duração do tempo é alterada. (Csikszentmihalyi, 1990, p. 3, Tradução Nossa<sup>3</sup>)

Os *games* utilizam do fluxo para manter o jogador no controle adquirindo habilidades ao longo de certo tempo. Essa teoria em si postula três condições que têm de ser cumpridas para alcançar um estado de fluxo, uma delas é que se deve estar envolvido numa atividade com um conjunto claro de objetivos em progresso, deve ter um *feedback* claro e imediato, porque isso ajuda a qualquer mudança que exige ajuste no desempenho e depois é preciso ter um bom equilíbrio entre a percepção dos desafios da tarefa em questão. (OLIVEIRA, 2017)

---

<sup>3</sup> No original (1. *We confront tasks we have a chance of completing;*  
2. *We must be able to concentrate on what we are doing;*  
3. *The task has clear goals;*  
4. *The task provides immediate feedback;*  
5. *One acts with deep, but effortless involvement, that removes from awareness the worries and frustrations of everyday life;*  
6. *One exercises a sense of control over their actions;*  
7. *Concern for the self disappears, yet, paradoxically the sense of self emerges stronger after the flow experience is over; and*  
8. *The sense of duration of time is altered.*)

Figura 4 - Estado de imersão de fluxo



Fonte: Criado pelo próprio autor com referência em Oliveira (2017)

Nesta concepção do *design* no *game*, conforme a figura 4, quando se trata da teoria do fluxo é neste aspecto que ocorre o engajamento no desenvolvimento e aprofundamento da aprendizagem de forma agradável. Por um lado, o jogador pode se sentir entediado à medida que adquire novas habilidades quando se oferece poucos desafios. Por outro lado, quando é muito desafiador, pode acontecer que o jogador se sinta frustrado por não ter as habilidades necessárias para superar os desafios. E para alcançar o estado de fluxo ao design de jogos, é necessário que haja um equilíbrio entre o desafio e a habilidade, de modo que o jogador adquira novas habilidades e que sejam apresentados novos desafios para que sejam concretizados.

### 2.3. Sala de Aula Invertida

A Sala de Aula Invertida (ou *Flipped Classroom*, no termo original em inglês) conforme Neto e Abrão (2019) caracteriza-se na busca por meio do aprendiz ao acesso prévio do objeto de conhecimento, ou seja, o estudante tem que ir para a sala de aula já sabendo pelo menos o básico sobre o assunto que irá ser abordado.

A Sala de Aula Invertida pode ser abordada de vários métodos, diante do prévio objeto de conhecimento trabalhado, o professor pode abordar o método que

mais desperte interesse para os estudantes, conforme Oliveira, Araújo e Veit, (2016, p. 6):

“Não há maneira infalível de ensinar física (ou qualquer conteúdo que seja), tampouco um único método de inverter a sala de aula. O professor, conhecendo diferentes abordagens, tem a possibilidade de decidir qual delas se ajusta melhor ao seu contexto de ensino.”

Um conceito importante é que essa metodologia fortaleça a confiança do estudante quando ele vem para a sala de aula, pois tendo o contato anteriormente com o objeto de conhecimento, terá outra postura, se sentindo mais seguro para conversar, para tirar dúvidas com o professor e até mesmo discutir com os outros estudantes. (Oliveira, Araújo e Veit, 2016)

Com isso, entende-se que a metodologia Sala de Aula Invertida não é somente criar um meio para que os estudantes possam aprender dentro ou fora da sala de aula, mas o professor abre um tempo de aula para que possam ocorrer interações, adquirindo a competência de Comunicação.

O professor deixa de ser o expositor e passa a ser o mediador, auxiliando e incentivando o aprendizado do estudante, tirando dúvidas, desenvolvendo o raciocínio e estimulando discussões. O importante é que o estudante esteja no centro do processo de aprendizagem, participando ativamente e sendo protagonista da construção do seu conhecimento.

Uma possível correção a essa dissonância se encontra na inversão da sala de aula, o que significa que os alunos tomam contato com o conteúdo em casa e o tempo disponível em aula que, tradicionalmente, é ocupado por longas exposições orais do professor, é utilizado para que os alunos estudem, interagindo ativamente com seus colegas e professor. (Oliveira, Araújo e Veit, 2016, p. 4)

Conforme Teixeira (2019) e Bollela e Cesaretti (2017) a Sala de Aula Invertida possui quatro pilares que são fundamentais para que possa ser incorporada no planejamento e posteriormente colocada em prática e é representada pelo quadro 4:

Quadro 4 - Os pilares da Sala de Aula Invertida

1º pilar	É o ambiente flexível, ou seja, é o espaço onde o estudante possa interagir, refletir e decidir quando e onde aprender. Dessa maneira, podem ser utilizados todos os arredores da escola ou outro local que seja mais relacionado com aquela atividade, mas isso exige atenção do professor que vai sempre fazer os ajustes necessários, porque está oferecendo aos estudantes diferentes maneiras de aprender e demonstrar seu conhecimento.
2º pilar	É a cultura da aprendizagem, que está focada no estudante, e não mais no professor. Permitindo ao professor que conduza as atividades como tutor, conforme a necessidades dos aprendizes de forma individual.
3º pilar	É o conteúdo dirigido, o professor planeja continuamente como conduzir a aprendizagem, selecionando os materiais adequados ao alcance das habilidades e competências pretendidas.
4º pilar	É o professor facilitador, colocando o estudante em contato com informações relevantes que conduza ao processo da aprendizagem, respeitando a capacidade e o tempo de cada aprendiz.

Fonte: Criado pelo próprio autor com referências em Teixeira (2019) e Bollela e Cesaretti (2017)

Assim sendo, a Sala de Aula Invertida, de certa maneira consegue desenvolver o pensamento crítico, tornando o aprendiz ativo no processo de ensino-aprendizagem, uma vez que é ele que vai tentar buscar esses conhecimentos através dos recursos orientados pelo professor.

#### 2.4. Teoria da argumentação em sala de aula

Argumento é uma palavra que vem do latim *argumentum*, que de certa forma significa o motivo de amostrar ou se expressar sobre qualquer ideia para que outra pessoa fique convencida.

Conforme Sasseron e Carvalho (2011) Capecchi e Carvalho (2000) a argumentação na sala de aula permite aos aprendizes investigar sobre algum tema e demonstrar que aquilo que encontraram é realmente verdadeiro, possibilitando desenvolver o aspecto racional de raciocínio, de cognição e verbalização sobre o assunto, ou seja, pode fazer com que aprendam a pensar e a se expressar.

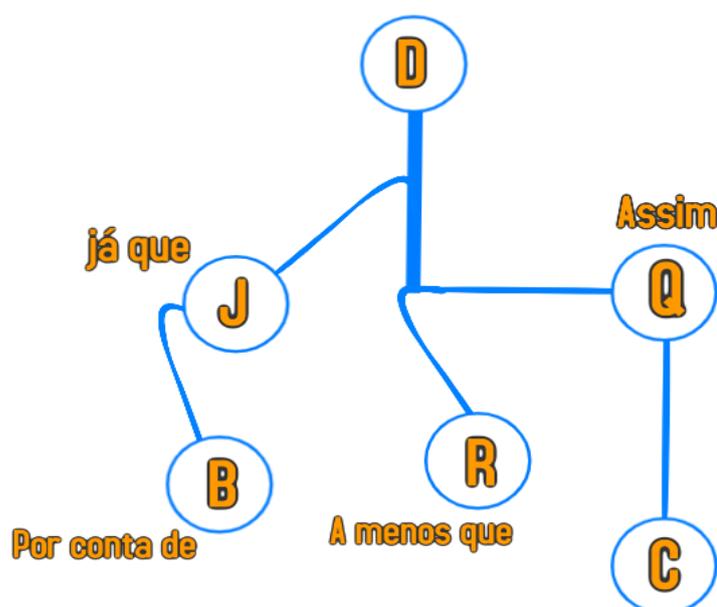
Os componentes da BNCC na área de Ciências Naturais e suas Tecnologias exigem um aprendizado que leva os estudantes a questionar e investigar para torná-los mais críticos e assim promover a alfabetização e o letramento científico para proporcionar conhecimento suficiente para que possam saber interpretar e argumentar fenômenos a fim de solucionar os problemas de sua própria realidade.

“Diante da diversidade dos usos e da divulgação do conhecimento científico e tecnológico na sociedade contemporânea, torna-se fundamental a apropriação, por parte dos estudantes, de linguagens específicas da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Aprender tais linguagens, por meio de seus códigos, símbolos, nomenclaturas e gêneros textuais, é parte do processo de letramento científico necessário a todo cidadão.” (BRASIL, 2018, p. 552)

Segundo Souza e Sasseron (2012, p. 596) “é por meio da linguagem e das interações discursivas que professores e alunos constroem as bases para um ensino cuja proposta privilegie a Ciência como uma cultura e vise à Alfabetização Científica.” É importante o uso da linguagem para a aprendizagem na Alfabetização Científica, pois a argumentação também tem a ver com a atitude e a maneira como os aprendizes se vêm em relação ao outro e também em relação às discussões em determinados temas propostos pelo professor.

De acordo com Sasseron e Carvalho (2011) e Capecchi e Carvalho (2000) o modelo de análise dos argumentos das ideias de Toulmin divide os argumentos em seis partes essenciais que interagem para formar um argumento completo. São representados na figura 5.

Figura 5 - Padrão de argumento de Toulmin



Fonte: Criado pelo próprio autor com referência em Capecchi e Carvalho (2000)

- (D) Os dados é o ponto de partida e de chegada, são as informações usadas para apoiar e explicar os argumentos de forma a confirmar se é válido.
- (J) A justificativa é uma das contribuições mais importantes, pois ajuda a estabelecer ligações entre os dados e a conclusão para identificar suposições para os argumentos semelhantes às evidências.
- (B) Conhecimento básico fornece suporte à justificativa para uma suposição racional.
- (C) Conclusão é a argumentação correta, é o principal ponto na argumentação, de certa maneira é o que deve está tentando convencer.
- (R) Refutação são argumentos a contradizer em potencial, pois demonstram de forma ciente as considerações de oposição.
- (Q) O qualificador acrescenta confiabilidade ao argumento, já que reconhece o tema específico e caso contrário ao argumento serve bem para reconhecer o outro lado para estabelecer o reconhecimento.

O modelo de argumento como mostra na figura 5 ajuda no processo de reflexão, não apenas em num único argumento, mas ajuda a descobrir o que dizer a seguir. Essa estrutura do padrão de argumento de Toulmin tem como três elementos principais os dados, a justificativa e a conclusão. Pode utilizar elementos, explicando a estrutura da seguinte forma:

- De certo (D), “Por que existe dia e noite?”;
- Uma vez que (J), “Porque o Sol gira em torno da Terra”;
- E em seguida (C), “Existe o dia e a noite porque o Sol gira em torno da Terra”;

De certa forma, possibilitando utilizar elementos secundários para que o argumento seja mais completo entre a justificativa e a conclusão, terá a seguinte estrutura:

- Assim que (Q), “O sol não gira em torno da Terra”;
- Possibilitando uma (R), “A Terra além de girar no próprio eixo, ocasionando o Dia e a Noite”;

Com este modelo de argumento Toulmin, ele é muito útil para analisar o argumento, e os argumentos não precisarão ter todos estes elementos secundários. Se houver o dado em que a justificativa chega a uma conclusão que apresente uma refutação válida, será válida uma nova conclusão “O fato do movimento da Terra gira no próprio eixo é responsável pelo dia e noite”.

### 3. FÍSICA

#### 3.1. As Leis de Kepler

Muitos estudiosos buscavam entender as órbitas planetárias e Tycho Brahe foi um deles. Apesar de não acreditar na hipótese heliocêntrica de Copérnico, suas observações e coletas de dados sobre o céu, as estrelas e os planetas não foram capazes de completar o modelo. Tycho Brahe, durante muitos anos, registrou diariamente os movimentos dos corpos celestes e no final de sua vida, conheceu um jovem matemático chamado Johannes Kepler que analisou os dados recolhidos e conseguiu criar um modelo matemático para as órbitas planetárias, formulando assim as três Leis de Kepler. (Oliveira e Saraiva, 2017).

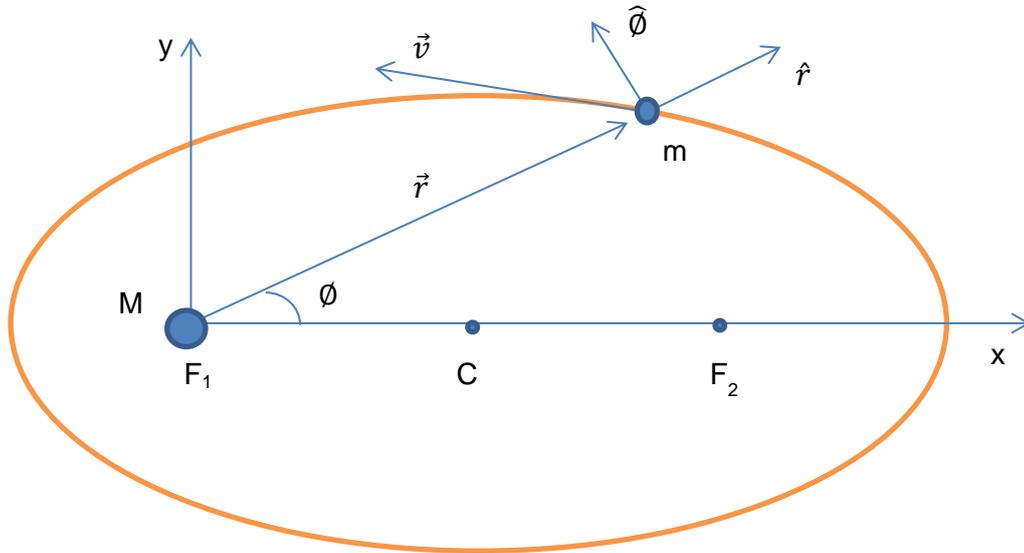
Deste modo, os estudos e descobertas de Johannes Kepler contribuíram enormemente para o conhecimento da Astronomia. A formulação das três leis tem sido base para o entendimento do movimento planetário. A seguir, abordaremos separadamente as três Leis de Kepler:

##### 3.1.1. 1ª Lei de Kepler

Essa lei tem sido a base para o entendimento de órbitas que se aplicam aos planetas que orbitam o Sol, mas também satélites que orbitam a Terra. Embora não acreditasse na hipótese heliocêntrica de Copérnico, Tycho Brahe fez observações sobre os planetas nos quais levaram às leis de Kepler sobre o movimento planetário, do qual foi encarregado de auxiliar na análise dos dados sobre os planetas, coletados ao longo de 20 anos que demonstrando que os planetas têm órbita elíptica ao redor do Sol, tendo o Sol em um dos focos. (Oliveira e Saraiva, 2017).

Para obter a 1ª Lei de Kepler partindo de uma lei fundamental, a 2ª Lei de Newton. A figura 6 ilustra a órbita elíptica de um planeta de massa ( $m$ ) em torno do Sol de massa ( $M$ ), onde  $M \gg m$ , onde  $F_1$ ,  $F_2$  e  $C$  representam respectivamente o foco esquerdo, o foco direito e o centro da elipse. Adotando que a origem do centro de coordenadas se encontra no foco  $F_1$ . A demonstração é realizada em coordenadas polares ( $\hat{r}$  e  $\hat{\phi}$ ).

Figura 6 - órbita elíptica da massa



Fonte: Criado pelo próprio autor

A 2ª Lei de Newton é representada da seguinte maneira:

$$\vec{F}_R = m\vec{a}, \quad (3.1)$$

Onde a força resultante, representada por  $\vec{F}_R$ , da equação (3.1) pode ser decomposta em duas equações, ( $r$ ) e ( $\phi$ ) para coordenadas polares e ( $x$ ) e ( $y$ ) para coordenadas cartesianas e será trabalhado em coordenadas polares.

Com isso, será utilizada a projeção da equação (3.1) na direção ( $\hat{r}$ ). Dessa forma, é preciso alcançar a projeção  $\vec{a}$  na direção  $\hat{r}$  e será encontrado em coordenadas polares, temos:

$$\vec{r} = r\hat{r}, \quad (3.2)$$

Derivando em relação ao tempo a equação (3.2), é obtida a equação da velocidade que é dada por,

$$\vec{v} = \dot{\vec{r}} = \dot{r}\hat{r} + r\dot{\phi}\hat{\phi}, \quad (3.3)$$

Derivando em relação ao tempo a equação (3.3) encontra-se a projeção desejada,

$$\vec{a} = \ddot{\vec{r}} = a_r\hat{r} + a_\phi\hat{\phi} = (\ddot{r} - r\dot{\phi}^2)\hat{r} + \frac{1}{r}\frac{d}{dt}(r^2\dot{\phi})\hat{\phi}. \quad (3.4)$$

Logo,

$$a_r = \vec{a} \cdot \hat{r} = \ddot{r} - r\dot{\phi}^2 \quad (3.5)$$

Utilizando a equação (  $\vec{F} = \frac{GMm}{r^2} \hat{r}$  ) que é representada pela força gravitacional e da equação (3.5) que representa a aceleração, inserindo na equação (3.1), é obtido,

$$\frac{GMm}{r^2} = m(\ddot{r} - r\dot{\phi}^2) \quad (3.6)$$

A equação (3.6) representa uma equação para o movimento de massa (m), que é uma equação diferencial parcial (EDP) de 2ª ordem. O próximo passo será transformar essa EDP em uma equação diferencial ordinária (EDO). Da conservação do momento angular temos,

$$L = |\vec{L}| = |\vec{r} \times \vec{p}| = mrv_{\perp} = mr^2\dot{\phi}, \quad (3.7)$$

onde  $v_{\perp} = \vec{v} \cdot \hat{\phi}$  é a projeção do vetor  $\vec{v}$  na direção  $\hat{\phi}$ .

Entretanto, sabemos que em um corpo sobre ação de força central possui momento angular (L) constante. Será usada essa ferramenta para transformar a EDP (3.6) em uma ODE. A partir da equação (3.7), obtemos:

$$\dot{\phi} = \frac{L}{mr^2}. \quad (3.8)$$

Adotando,

$$r = u^{-1}, \quad (3.9)$$

Usando as equações. (3.8) e (3.9), obtemos:

$$\frac{dr}{dt} = -u^{-2} \frac{du}{dt} = -\frac{L}{m} \frac{du}{dt}. \quad (3.10)$$

Fazendo a derivada segunda da equação (3.10) em relação ao tempo, obtém

$$\frac{d^2r}{dt^2} = -\frac{L}{m} \frac{d}{dt} \left( \frac{du}{d\phi} \right) \quad (3.11)$$

$$\ddot{r} = \frac{d^2r}{dt^2} = \left(\frac{L}{m}\right)^2 u^2 \frac{d^2u}{d\varnothing^2} \quad (3.12)$$

Substituindo as equações: (3.8), (3.9) e (3.12) em (3.6), obtemos a EDO,

$$\frac{d^2u}{d\varnothing^2} + u = \frac{GMm^2}{L^2} \quad (3.13)$$

Tendo como solução da EDO dada por:

$$u(\varnothing) = A \cos(\varnothing + \delta) + \frac{GMm^2}{L^2} \quad (3.14)$$

Conforme ilustrado na figura 6, temos que  $u = r^{-1}$  é mínimo para  $\varnothing = 0$ , logo a fase  $\delta = 0$ , assim:

$$u(\varnothing) = A \cos(\varnothing) + \frac{GMm^2}{L^2} \quad (3.15)$$

Com isso, substituindo a equação (3.15) na (3.9), resulta em<sup>4</sup>:

$$r(\varnothing) = \frac{1}{A \cos \varnothing + \frac{GMm^2}{L^2}} \quad (3.16)$$

A equação polar da elipse com a origem do sistema de coordenadas em um dos focos é representada por:

$$r(\varnothing) = \frac{a(1 - e^2)}{1 \pm e \cos \varnothing}, \quad (3.17)$$

onde na equação (3.17) a excentricidade da elipse é representada por  $e = \frac{c}{a}$ . Assim, analisando as equações (3.16) e (3.17), chega-se à conclusão de que a solução (3.16) equivale à equação polar da elipse. Com isso, o objetivo foi alcançado, onde, a partir da 2ª Lei de Newton, obteve-se a 1ª Lei de Kepler Definida da seguinte forma: "Os planetas descrevem órbitas elípticas, com o Sol em um dos focos".

As equações (3.16) e (3.17) são iguais nas seguintes condições:

$$\frac{1}{a(1 - e^2)} = \frac{GMm^2}{L^2}, \quad (3.18)$$

---

<sup>4</sup> A dedução da equação (3.29) pode ser encontrada na monografia de DA SILVA (2009) com o título **A elipse e as orbitas planetárias**.

$$A = \frac{-e}{a(1 - e^2)} \quad (3.19)$$

É possível obter os valores das constantes A e L por meio das seguintes condições iniciais:

$$r(\varphi = 0) = r_0 = c + a = (1 + e)a, \quad (3.20)$$

$$\dot{\varphi}(\varphi = 0, r = r_0) = \dot{\varphi}_0 = \frac{v_0}{r_0}, \quad (3.21)$$

onde isso implica que a velocidade da massa (m) é  $v_0$  quando passa pelo afélio ( $\varphi = 0$ ). Aplicando as condições iniciais das equações (3.20) e (3.21) nas (3.7) e (3.16), obtemos

$$L = mr_0v_0, \quad (3.22)$$

$$A = \frac{1}{r_0} - \frac{GM}{r_0^2v_0^2} \quad (3.23)$$

Substituindo as equações (3.35) e (3.36) na Eq. (3.29), obtemos a posição  $r(\varphi)$  da massa m com as condições iniciais:

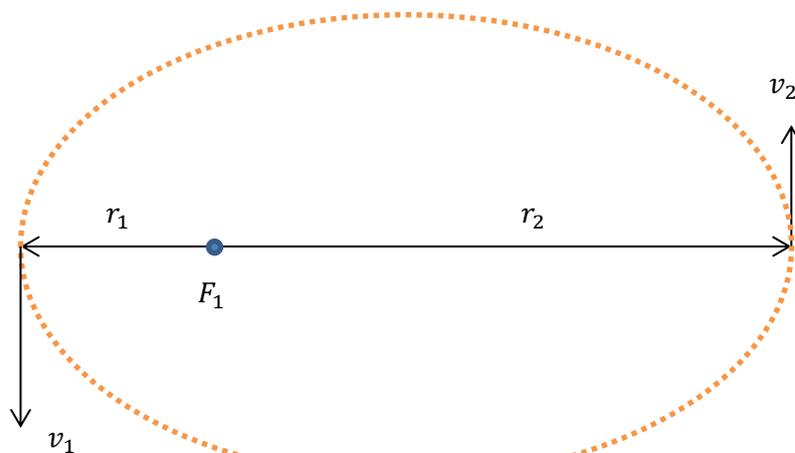
$$r(\varphi) = \frac{\frac{r_0^2v_0^2}{GM}}{1 + \left(\frac{r_0v_0^2}{GM} - 1\right) \cos \varphi} \quad (3.24)$$

Dessa forma, com as condições iniciais, a equação (3.24) consiste em mostrar a posição da órbita elíptica em qualquer ponto. É importante enfatizar que os valores de  $r_0$  e  $v_0$  de (3.24) moldam a forma da órbita da massa m.

### 3.1.2. 2ª Lei de Kepler

Sabemos que o momento angular se conserva para corpos que sofrem ação força central. Em essa sessão iremos obter a 2ª Lei de Kepler partindo da conservação do momento angular.

Figura 7 - Representação da relação do momento angular



Fonte: Criado pelo autor

Da conservação do momento angular:

$$\vec{L}_1 = \vec{L}_2 \quad (3.25)$$

$$\vec{r}_1 \times \vec{p}_1 = \vec{r}_2 \times \vec{p}_2 \quad (3.26)$$

$$m\vec{r}_1 \times \vec{v}_1 = m\vec{r}_2 \times \vec{v}_2 \quad (3.27)$$

Onde o modulo da equação (3.27) é dado por:

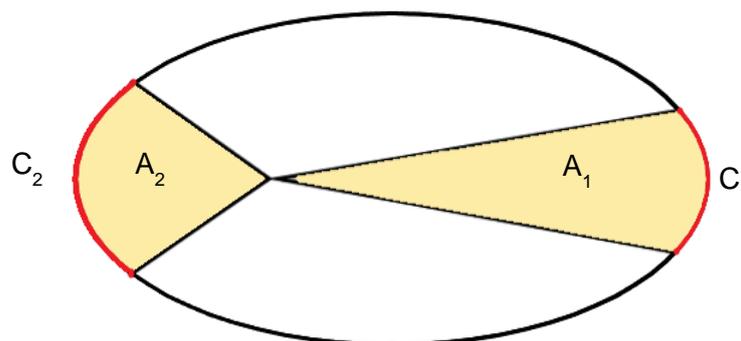
$$r_1 v_{\perp 1} = r_2 v_{\perp 2} \quad (3.28)$$

Multiplicando ambos os membros da equação (3.28) por  $\Delta t$ , e adotando  $C_1 = v_{\perp 1} \Delta t$  e  $C_2 = v_{\perp 2} \Delta t$ , obtemos:

$$r_1 C_1 = r_2 C_2, \quad (3.29)$$

onde  $C_1$  e  $C_2$  são os comprimentos de arco ilustrado na figura 8.

Figura 8 - Representação da área com o comprimento de arco.



Fonte: Criado pelo autor

Dividindo por 2 ambos os membros da equação (3.29), obtêm-se as áreas ilustradas na figura 8,

$$\frac{r_1 C_1}{2} = \frac{r_2 C_2}{2}, \quad (3.30)$$

$$\Delta A_1 = \Delta A_2 \quad (3.31)$$

Dividindo a equação (3.31) por  $\Delta t$ , obtêm-se:

$$\frac{\Delta A_1}{\Delta t} = \frac{\Delta A_2}{\Delta t} \quad (3.32)$$

$$\dot{A}_1 = \dot{A}_2 \quad (3.33)$$

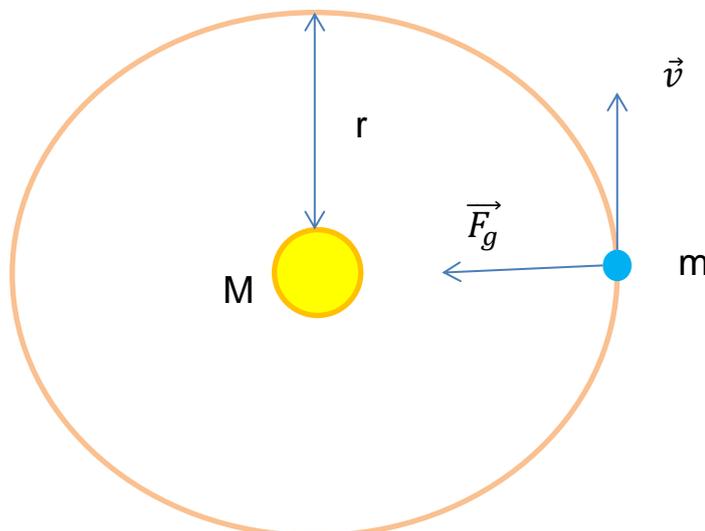
Assim, atingimos o nosso objetivo, onde partimos da lei fundamental “conservação do momento angular” e obtivemos a 2ª lei de Kepler, também conhecida como das leis das áreas. Conforme Halliday, Resnick e Walker (2012, p. 41), as leis das áreas são definidas da seguinte maneira “A reta que liga um planeta ao Sol varre áreas iguais no plano da órbita em intervalos de tempos iguais”. Dessa maneira partindo de uma lei fundamental da conservação do momento angular é obtido a 2ª lei de Kepler.

### 3.1.3. 3ª Lei de Kepler

Esta lei afirma que existe uma relação constante entre todos os planetas que orbitam certa estrela ou uma constante que vale para todos os corpos que orbitam o outro corpo, onde o quadrado período da órbita é proporcional ao cubo do raio médio da órbita (Oliveira e Saraiva, 2017).

Para demonstração dessa lei, considere um movimento circular. Partindo da 2ª Lei de Newton chegaremos a 3ª Lei de Kepler.

Figura 9 - Órbita circular da massa



Fonte: Criado pelo autor

A figura 9 ilustra a órbita circular do corpo de massa ( $m$ ) em torno do corpo de massa ( $M$ ), de modo que a massa do corpo maior seja muito maior do que a massa do corpo menor, ou seja,  $M \gg m$ . Assim, o corpo de massa ( $m$ ) gira em uma órbita circular ao redor do corpo de massa ( $M$ ) em virtude de uma força gravitacional  $\vec{F}_g$ , onde ( $\vec{v}$ ) corresponde a velocidade tangencial do corpo ( $m$ ) em movimento circular.

Realizando a igualdade das equações ( $\vec{F} = \frac{GMm}{r^2} \hat{r}$ ) com a ( $\vec{F}_R = m\vec{a}$ ), que estão relacionadas, respectivamente, a força gravitacional e a 2ª Lei de Newton, e substituindo a aceleração centrípeta do movimento circular representado por  $a = a_{cp} = \frac{-v^2}{r}$  na equação (3.1), temos:

$$-\frac{GMm}{r^2} = -\frac{mv^2}{r} \quad (3.34)$$

$$\frac{GM}{r} = v^2 \quad (3.35)$$

Onde a velocidade do movimento circular é dada por:

$$v = \frac{2\pi r}{P}, \quad (3.36)$$

Substituindo a equação (3.36) na (3.35), ficará da seguinte forma,

$$\frac{GM}{r} = \frac{4\pi^2 r^2}{P^2}, \quad (3.37)$$

$$\frac{P^2}{R^3} = \text{constante}, \quad (3.38)$$

onde a equação (3.38) corresponde a 3ª lei de Kepler, também conhecida como Lei Harmônica.

### 3.2. Gravitação Universal

Segundo a Lei de Newton da gravitação universal, a gravidade estende-se para além da Terra, com todos os objetos atraindo uns aos outros com uma força de atração. Essa força gravitacional depende, diretamente, das massas de ambos os objetos e é inversamente proporcional ao quadrado da distância que os separam de seus centros. (Oliveira e Saraiva, 2017)

Assim, partindo da força resultante sobre um corpo em órbita circular, representada pela força centrípeta composta pela massa ( $m$ ) do corpo, o vetor velocidade ( $\vec{v}$ ) e o raio ( $r$ ), para deduzir a expressão da Lei da Gravitação Universal de Newton,

$$\vec{F}_{\text{Centrípeta}} = \frac{m\vec{v}^2}{r}, \quad (3.39)$$

Onde a velocidade do movimento circular é dada por:

$$\vec{v} = \frac{2\pi r}{P}, \quad (3.40)$$

Elevando os membros ao quadrado da equação (3.40),

$$\vec{v}^2 = \frac{4\pi^2 r^2}{P^2}, \quad (3.41)$$

Substituindo a velocidade ( $\vec{v}^2$ ) da equação (3.41) na (3.39), ficará da seguinte forma,

$$\vec{F}_{\text{Centrípeta}} = \frac{m \left( \frac{4\pi^2 r^2}{P^2} \right)}{r} = \frac{4\pi^2 m r}{P^2} , \quad (3.42)$$

Utilizando as informações empírica da 3ª Lei de Kepler que mostra a relação do período (P) de revolução do planeta ao quadrado pelos raios médios (R) ao cubo de suas órbitas ao redor do Sol é sempre uma constante, é dado por,

$$\frac{P^2}{R^3} = \text{constante} , \quad (3.43)$$

Fazendo o inverso da constante da equação (3.43) também será encontrada uma constante,

$$\frac{R^3}{P^2} = \text{constante} . \quad (3.44)$$

Multiplicando em ambos os membros da equação (3.42) por ( $r^2$ ), ficará da seguinte forma:

$$r^2 \vec{F}_{\text{Centrípeta}} = \frac{4\pi^2 m r}{P^2} r^2 \quad (3.45)$$

$$r^2 \vec{F}_{\text{Centrípeta}} = \frac{4\pi^2 r^3}{P^2} m \quad (3.46)$$

Observando a equação (3.46), o termo

$$\frac{4\pi^2 r^3}{P^2} = \text{constante} \quad (3.47)$$

O termo da equação (3.47) é a constante de proporcionalidade e será representada pela letra G, com isso, a equação (3.46) ficará da seguinte forma,

$$r^2 \vec{F}_{\text{Centrípeta}} = Gm \quad (3.48)$$

$$\vec{F}_{\text{Centrípeta}} = \frac{Gm}{r^2} \quad (3.49)$$

Conforme a 3ª Lei de Newton, uma massa (m) de um planeta e (M) a massa do Sol, a força centrípeta exercida pelo Sol no planeta é a mesma que o planeta exerce sobre o Sol, é representada respectivamente por,

$$\vec{F}_{\text{Centrípeta}} \propto \frac{m}{r^2} \quad (3.50)$$

$$\vec{F}_{\text{Centrípeta}} \propto \frac{M}{r^2} \quad (3.51)$$

Com isso, a dedução da força da gravitação universal de Newton é representada pela equação,

$$\vec{F} = \frac{GMm}{r^2} \hat{r} \quad (3.52)$$

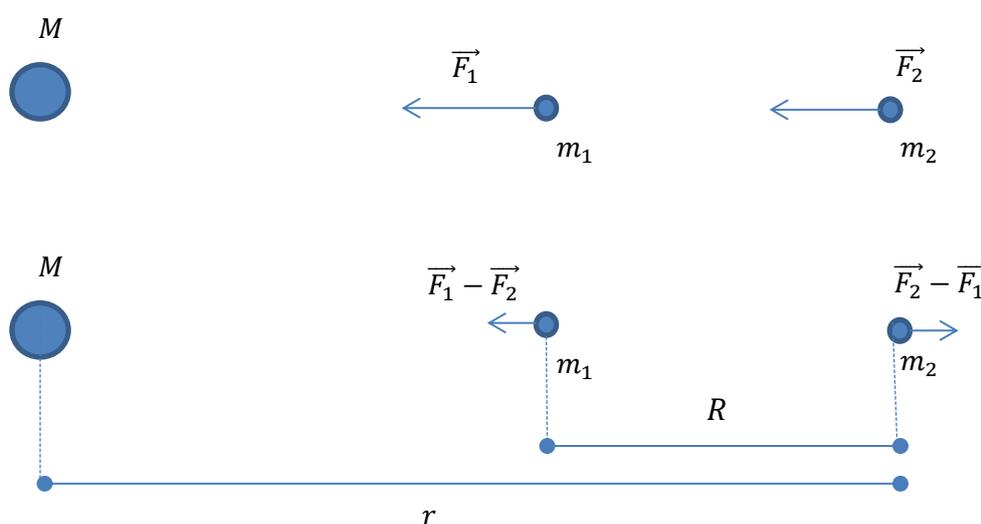
Assim, de acordo com esta lei, cada objeto com uma massa no universo atrai todos os outros.

### 3.3. Força gravitacional diferencial

A lei da gravitação universal foi escrito por Newton no livro Principias, trata-se da força gravitacional que é proporcional ao produto das massas dos corpos e inversamente proporcional ao quadrado da distância, sendo os corpos multiplicados por uma constante. Com isso, conseguiu deduzir aquelas três leis de Kepler, colocando em um modelo físico (Oliveira e Saraiva, 2017; Halliday, Resnick e Walker, 2012).

Essa força da gravitação trata da interação entre dois corpos com certas massas que irão se atrair. Essa lei de atração será demonstrada:

Figura 10 - Força gravitacional diferencial sofrida pelas massas dentro do campo gravitacional da massa M



Fonte: Criado pelo autor com referência em Oliveira e Saraiva, 2017.

A diferença vetorial se dá:

$$\Delta \vec{F} = \vec{F}_1 - \vec{F}_2, \quad (3.53)$$

$$\Delta F = F_1 - F_2. \quad (3.54)$$

Fazendo a força gravitacional de cada massa,

$$F_1 = \frac{GMm_1}{(r-R)^2}, \quad (3.55)$$

$$F_2 = \frac{GMm_2}{r^2}, \quad (3.56)$$

Substituindo a equação (3.55) e (3.56) na equação (3.54), temos:

$$\Delta F = \frac{GMm_1}{(r-R)^2} - \frac{GMm_2}{r^2}. \quad (3.57)$$

Considerando  $m_1 = m_2 = m$ , e pondo em evidência  $G$ ,  $M$  e  $m$ , podemos escrever a equação (3.57) da seguinte forma:

$$\Delta F = GMm \left[ \frac{1}{(r-R)^2} - \frac{1}{r^2} \right], \quad (3.58)$$

Resolvendo o colchete da equação (3.58), obtém:

$$\Delta F = GMm \left[ \frac{r^2 - (r-R)^2}{r^2(r-R)^2} \right]. \quad (3.59)$$

Resolvendo apenas os termos dentro dos parênteses ao quadrado da equação (3.59), ficará da seguinte forma:

$$\Delta F = GMm \left[ \frac{r^2 - (r^2 - 2rR + R^2)}{r^2(r^2 - 2rR + R^2)} \right], \quad (3.60)$$

Dentro do colchete da equação (3.60), simplificando a expressão do numerador e no denominador, multiplicando por  $r^4$  e pôr em evidência, ficará da seguinte forma:

$$\Delta F = GMm \left[ \frac{2rR - R^2}{r^4 \left( 1 - \frac{2R}{r} + \frac{R^2}{r^2} \right)} \right], \quad (3.61)$$

No colchete da equação (3.61), colocando em evidência o (R) na parte do numerador dentro do colchete, obtém:

$$\Delta F = GMmR \left[ \frac{2r - R}{r^4 \left( 1 - \frac{2R}{r} + \frac{R^2}{r^2} \right)} \right], \quad (3.62)$$

Na Equação (3.62) para  $r \gg R$ , tem-se:

$$\Delta F = GMmR \frac{2r}{r^4}. \quad (3.63)$$

Portanto, a equação da força diferencial fica:

$$\Delta F = \frac{2GMm}{r^3} R, \quad (3.64)$$

Então, o resultado de forma diferencial fica:

$$dF = \frac{2GMm}{r^3} dr. \quad (3.65)$$

## 4. METODOLOGIA

### 4.1. Processo de Construção

A construção do projeto foi acompanhada pela orientadora de forma periódica analisando o progresso do desenvolvimento do *game*. Foi discutido o enredo e a jogabilidade da forma que o jogo iria ser proporcionado como uma ferramenta para o aprendizado.

As reuniões trataram principalmente da progressão de aprendizagem contidas no *game*, para que o aprendiz conseguisse adquirir os conceitos básicos de Astronomia, as Leis de Kepler e Gravitação Universal. E que esse aprendizado fosse adquirido conforme o avanço do *game*, pois houve o cuidado de colocar cada informação dos objetos de conhecimentos em um local próximo as perguntas.

Foi pensado em utilizar o estilo RPG<sup>5</sup> que é um gênero de jogo onde o jogador assume o papel de uma personagem em um cenário fictício e que irá evoluir no decorrer do enredo.

---

<sup>5</sup> RPG: vem da sigla *Role Playing Game* que significa jogos de interpretação de papéis.

Na construção do game “O caso Bendegó” o autor utilizou o programa RPG Maker MV, que é uma ferramenta criadora de jogos digitais, principalmente na categoria de RPG, esse programa possibilita a criação de jogos para as plataformas Windows, Mac, Android/iOS e/ou Browser. A criação do game foi transformada em um Executável para ser usado na plataforma Windows que será aplicado no laboratório de informática e, está disponibilizado na Internet pelo link (<https://drive.google.com/drive/folders/1hQpj9DeAqN84VsMFDMK0bFaUideT3FVg?usp=sharing>).

Com o objetivo de mostrar os elementos criados dentro do game “O caso Bendegó” foi produzido um tutorial que se encontra no link (<https://drive.google.com/drive/folders/1hQpj9DeAqN84VsMFDMK0bFaUideT3FVg?usp=sharing>), caso o professor queira reproduzir ou proporcionar aos estudantes a criarem um game similar ao “O caso Bendegó” dando uma perspectiva em seu projeto de vida.

Teve-se o cuidado na criação de um enredo em uma linguagem acessível ao público-alvo, objetivando aquilo que se refere à BNCC quanto ao uso de ferramentas tecnológicas para alcançar as habilidades e competências desejadas, tendo uma conexão com o objeto de conhecimento que foi selecionado para atender os conceitos básicos a serem adquiridos e organizados para ter uma progressão dos assuntos a serem trabalhados:

- Astronomia Básica:
  - A relação dos nomes dos planetas com deuses Gregos;
  - A diferença de Meteorito e meteoro;
  - Satélites artificiais e naturais;
  - Ano-luz e velocidade da luz;
  - Sistema Solar;
  - Aurora Boreal;
  - Hemisférios geográficos;
  - Movimentos de corpos celestes;
- Leis de Kepler
  - Lei das Órbitas;
  - Lei das Áreas;

- Lei do Período;
- Gravitação Universal;
  - Conceitos da atração gravitacional;

Uma condição de passagem de mapa foi colocada no jogo, a fim de que o jogador não pulasse etapas, pois as informações adquiridas entre os personagens ganharão pontos de comunicação que resultarão na passagem, quando este tiver a pontuação exigida.

Depois de finalizar o *game*, foram executados testes para rever a lógica de erros de programação que poderiam ser apresentados em algum momento no decorrer do jogo. E alguns pontos que foram verificados:

- Erros de ortografia;
- Testes de jogabilidade por níveis de dificuldades dos inimigos;
- Progressão dos objetos de conhecimentos colocados em cada fase;
- Revisão dos conceitos da Astronomia Básica, as Leis de Kepler e da Gravitação Universal contido no *game*;
- Tempo médio de jogo;

O objetivo é utilizar o jogo como uma ferramenta para que os estudantes possam, além de se divertir, adquirir conhecimentos prévios sobre assuntos relacionados à sala de aula, favorecendo o progresso da aula para aprimorar os conceitos e inclusive resgatar os conhecimentos não alcançados.

## 5. O PRODUTO: O CASO BENDEGÓ

### 5.1. O Meteorito Bendegó

O meteorito de Bendegó é uma das principais atrações do Museu Nacional do Rio de Janeiro, após o incêndio de 2018 foi uma das poucas peças que restaram do incêndio. Foi descoberto em 1784 no sertão da Bahia, acreditavam que poderia conter ouro e prata. Seu nome é devido ao fato de ter sido encontrado próximo ao riacho Bendegó . Depois de 103 anos após sua descoberta, Dom Pedro II ao saber de sua existência, solicitou que o meteorito fosse levado ao antigo Museu Nacional do Rio de Janeiro, no qual o meteorito Bendegó representava a maior massa extraterrestre conhecida até aquele momento. Em 1888, foi levado por uma carroça especialmente construída para o transporte do meteorito por tração animal. Foi uma tarefa muito difícil para aquela época devido à falta de estradas e ferrovias naquela época, foram gastos 126 dias para serem transportados através do Sertão. É um meteorito de forma irregular que pesa 5 toneladas e 360 kg sendo composto principalmente de Ferro e Níquel além do restante de outros elementos conhecidos. Tem 2,15 metros de comprimento e 1,50 metros de largura e 0,66 metros de altura. (De Carvalho, 2011)

### 5.2. Enredo

No “O caso Bendegó”, o enredo do jogo acontece através de uma personagem que irá se aventurar como um agente investigativo para ajudar o Marcelo Gleiser<sup>6</sup> a desvendar e capturar os maiores criminosos do nosso Sistema Solar, em um mundo repleto de informações e casos relacionados sobre Astronomia Básica, as Leis de Kepler e Gravitação Universal.

A personagem inicia no escritório da agência de detetives, onde terá que obter informações relacionadas à Astronomia Básica para adquirir no mínimo 15 (quinze) pontos de comunicação. Em seguida, na sala de reunião, receberá a missão de capturar o criminoso que roubou o meteorito Bendegó<sup>7</sup> no Museu Nacional do Rio de Janeiro.

---

<sup>6</sup> Marcelo Gleiser: é professor de filosofia natural, de física e astronomia. Fonte:

<http://www.iea.usp.br/pessoas/pasta-pessoam/marcelo-gleiser>, acesso em: 05 de junho de 2020.

<sup>7</sup> Bendegó: Constituído por uma massa compacta de ferro e níquel, é o maior meteorito brasileiro e um dos maiores do mundo. Fonte:

<http://www.museunacional.ufrj.br/dir/exposicoes/geologia/geo012.html>. Acesso em: 10 de junho de 2018.

No Rio de Janeiro, terá que conseguir no mínimo 35 (trinta e cinco) pontos de comunicação para ter acesso ao museu. Encontrará uma pista sobre o local e o motivo do roubo que o levará a aldeia na Groenlândia.

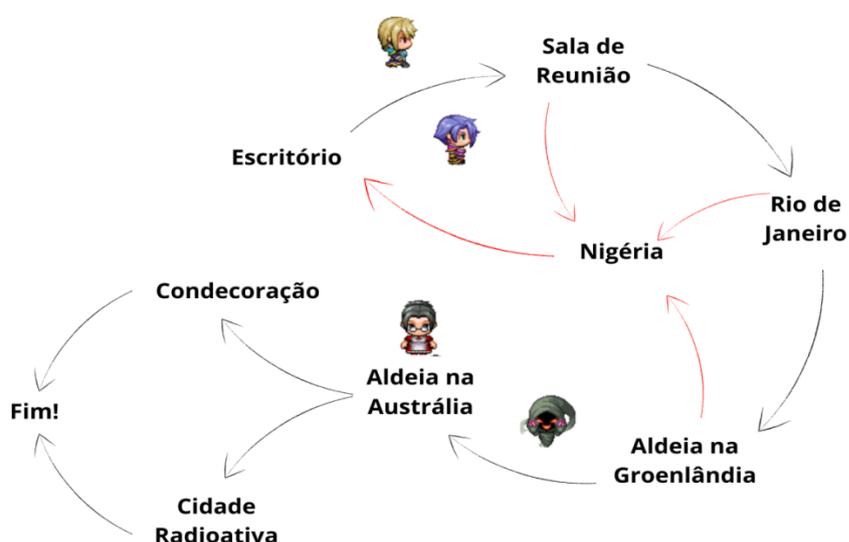
Dentro da aldeia na Groenlândia, as comunicações entre personagens continuam com o tema da Astronomia Básica. Descobrirá que o suspeito pelo roubo é uma mulher na Austrália que vende joias artesanais através de um mercado clandestino, tais joias são criadas com pedaços de meteoritos. Para passar desta etapa, terá que obter 73 (setenta e três) pontos de comunicação para ter acesso ao bosque que contém um portal, onde se encontra a magia "Bola de Fogo", a qual facilitará nas batalhas com os inimigos. Ao entrar no poço que se encontra dentro do Bosque, ocorrerão uma transição de informações nas quais as personagens enfatizarão as temáticas das Leis de Kepler e da Gravitação Universal.

Na Austrália, descobrirá que a mulher suspeita é a prefeita da cidade. A prefeita encontra-se na prefeitura e para ter acesso ao local, terá que conseguir 100 (cem) pontos de comunicação. Encontrando-a, caberá decidir ou em detê-la e ser condecorado pela missão, ou ser corrompido por ela, aceitando um trabalho ilegal, que será derrotado ou pelos inimigos ou pela radiação no local.

### 5.3. O ambiente do *Game*

O ambiente do jogo "O caso Bendegó" pelo qual o jogador percorre conforme a trama, que está apresentado na figura 11.

Figura 11 - Ambientes do O caso Bendegó



Fonte: Criado pelo autor

A tela inicial do *game* é típica do *RPG Maker*, permite iniciar um novo jogo ou carregar um jogo salvo em um dos pontos dentro do jogo. Conforme a figura 12.

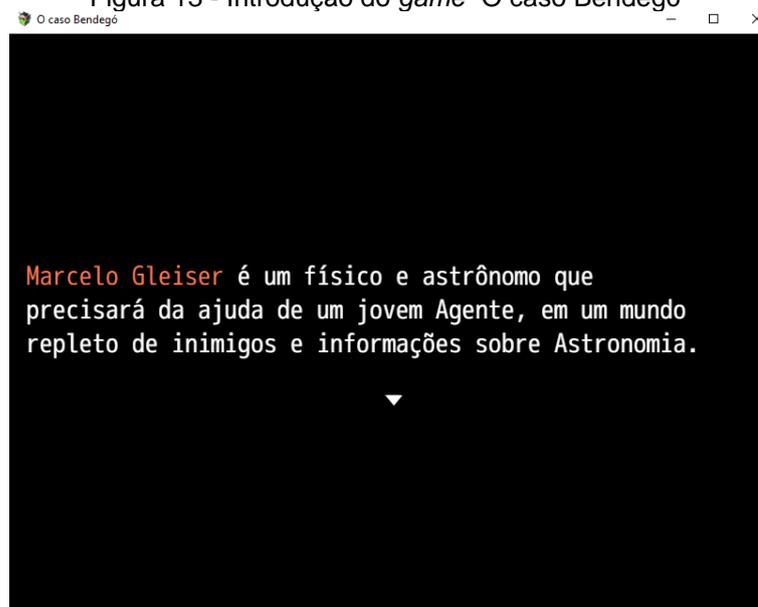
Figura 12 - Tela inicial do *game* “O caso Bendegó”



Fonte: Criado pelo autor

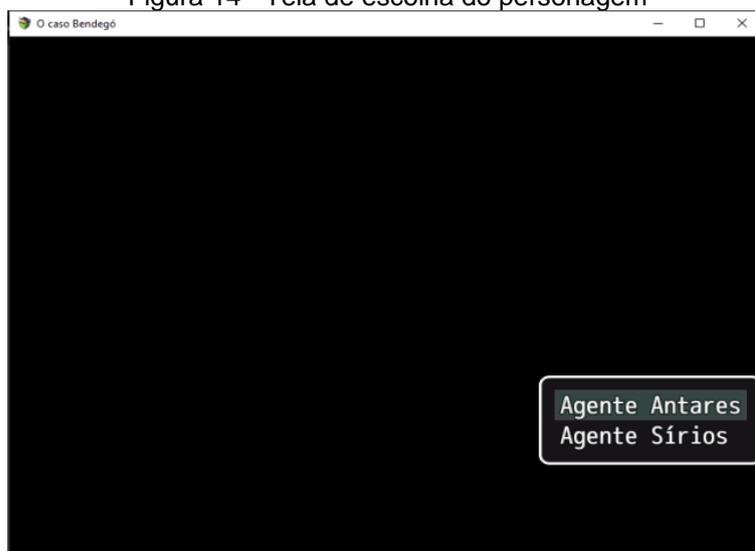
A figura 13 representa a tela de introdução, em seguida aparecerá à tela que permitirá a escolha da personagem: um masculino, Sírios; um feminino, Antares, conforme a figura 14.

Figura 13 - Introdução do *game* “O caso Bendegó”



Fonte: Criado pelo autor

Figura 14 - Tela de escolha do personagem



Fonte: Criado pelo autor

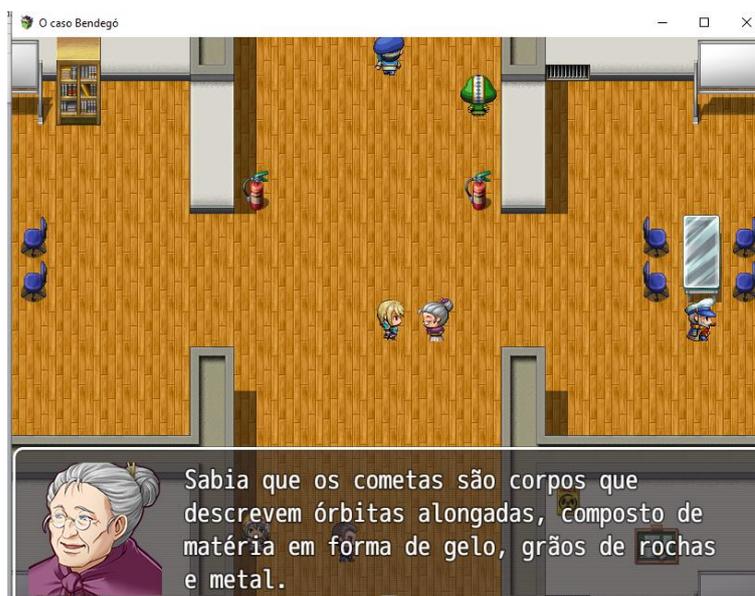
As coletas de informações já se iniciam no escritório, pois ao interagir com as personagens, o jogador receberá informações para solucionar os problemas, conforme as figuras 15 e 16.

Figura 15 - Escritório de detetive



Fonte: Criado pelo autor

Figura 16 – Exemplo de Informação para o personagem



Fonte: Criado pelo autor

As mudanças de fase do jogo são feitas através de teletransporte, para saber informações do local para onde pretende ser teletransportado, o jogador deve usar as informações adquiridas na fase anterior, conforme mostrado na figura 17.

Figura 17 – Exemplo de Teletransportar para a missão



Fonte: Criado pelo autor

No "O caso Bendegó", foi criada uma condição de controle de passagem de mapa, com o intuito do agente se comunicar com as personagens, colhendo um

mínimo de informações, caso isso não ocorra, o jogador não conseguirá progredir na missão, conforme a figura 18.



Fonte: Criado pelo autor

No *status* do agente, conforme a figura 19, os pontos estão apresentados: *Lv* (Nível em que a personagem se encontra), *HP* (ponto “vida”), *MP* (Ponto de magia), *Current EXP* (ponto de Experiência), *To Next Level* (pontos para o próximo nível), *Ataque*, *Defesa*, *M. Ataque* (Ataque de Magia), *M. Defesa* (Defesa de magia), *Agilidade* e *Comunicação* que corresponde ao parâmetro *Sorte*, alterado no sistema, que será utilizado na condição de controle de passagem da personagem.

Figura 19 - *Status* de comunicação



Fonte: Criado pelo autor

Para desvendar pistas da missão, terá que associar às informações contidas nas personagens espalhados no mapa. Como exemplifica a situação que ocorre no mapa do Rio de Janeiro conforme as figuras 20 e 21.

Figura 20 - Aurora Boreal



Fonte: Criado pelo autor

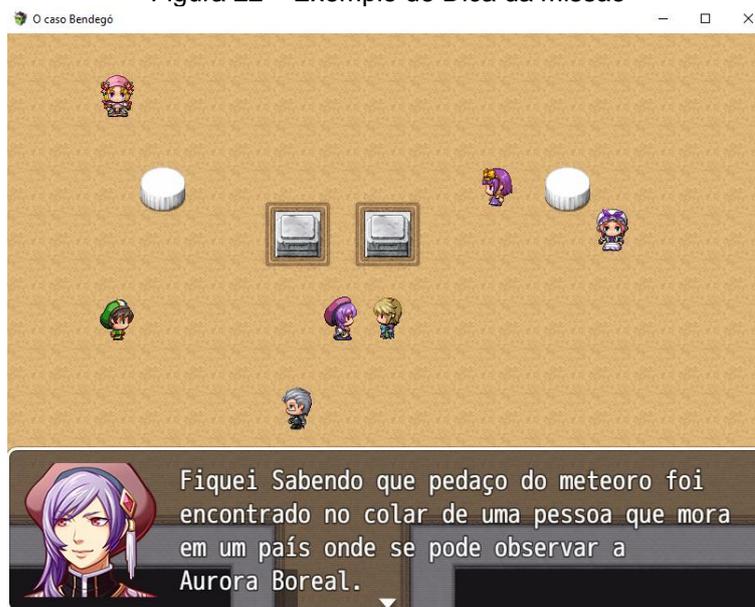
Figura 21 - Groelândia



Fonte: Criado pelo autor

A figura 22 representa a dica da missão. Através das informações adquiridas, nas figuras 20 e 21, facilitarão o jogador a deduzir em que local será teletransportado, conforme a figura 23.

Figura 22 – Exemplo de Dica da missão



Fonte: Criado pelo autor

Figura 23 – Exemplo de Teletransportar pela dica



Fonte: Criado pelo autor

Eventualmente, caso não siga as informações por não conseguir associá-las ou por querer desbravar em outros ambientes, terá *feedbacks* que possibilitará retornar a sua missão. Está representado pela figura 24.

Figura 24 - Local Nigéria



Fonte: Criado pelo autor

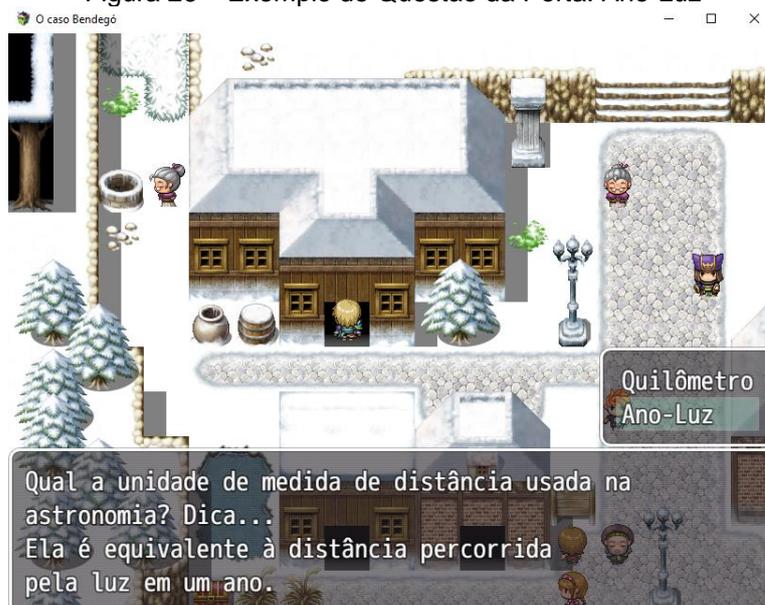
Na Groenlândia, terá que explorar todos os ambientes e colher as informações com os personagens. Para testar às informações adquiridas, todas as entradas estão configuradas com perguntas contidas no mapa atual ou anteriores. Promovendo assim, ganhos ou perdas de experiências de acordo com a escolha da resposta. A figura 25 representa a informação adquirida que possibilitará responder quando almejar entrar em outro ambiente representado pela figura 26.

Figura 25 - Ano-Luz



Fonte: Criado pelo autor

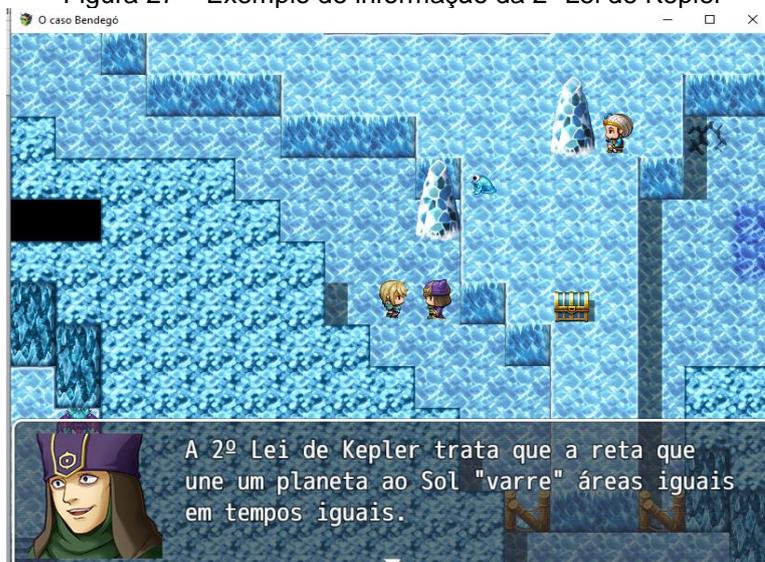
Figura 26 – Exemplo de Questão da Porta: Ano-Luz



Fonte: Criado pelo autor

Após ter explorado o mapa de uma aldeia na Groenlândia e alcançado pontos suficientes no parâmetro de comunicação, isso permitirá o aprendiz a ter acesso ao bosque. No Bosque, haverá uma progressão no game, nele encontrará um portal mágico que permitirá adquirir, em forma de recompensa, a magia “Bola de Fogo”, facilitando o combate aos inimigos. Haverá, nesta etapa, um momento de diversão em que exigirá várias habilidades, tais como: raciocínios e agilidade motora no manuseio dos comandos para vencer as batalhas até chegar ao poço. Dentro do poço ocorrerá a progressão do Objeto de Conhecimento onde serão abordados os assuntos das Leis de Kepler e Gravitação Universal, conforme a figura 27.

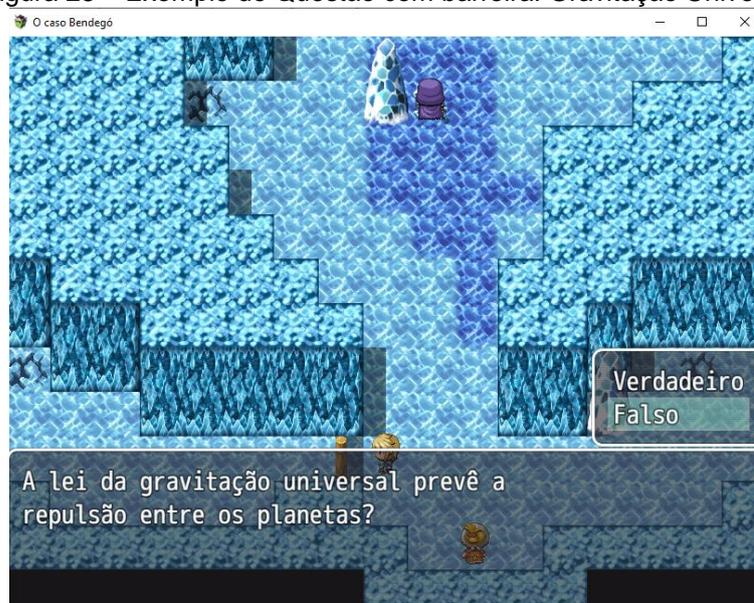
Figura 27 – Exemplo de informação da 2ª Lei de Kepler



Fonte: Criado pelo autor

A figura 28 mostra uma questão sobre a Lei da Gravitação Universal representando um obstáculo dentro do jogo.

Figura 28 – Exemplo de Questão com barreira: Gravitação Universal



Fonte: Criado pelo autor

Na fase da Austrália é onde se encontra a suspeita. Neste ambiente as informações são focadas nos temas de Leis de Kepler e Lei da Gravitação Universal, assim como no poço do bosque da aldeia na Groenlândia. Ao explorar todos os ambientes, é o momento de chegar à prefeitura, mostrado na figura 29.

Figura 29 - Entrada da prefeitura



Fonte: Criado pelo autor

A última etapa do *game* ocorre dentro do ambiente da prefeitura onde serão colocados em prova todos os conhecimentos adquiridos pelo aprendiz. Para isso terá que responder perguntas envolvendo conceitos de Astronomia Básica, Leis de Kepler e Gravitação Universal, estando referentes às quatro fases anteriores (sala de reuniões, Rio de Janeiro, Aldeia da Groelândia e a aldeia da Austrália). Além dos testes de conhecimentos, o jogador enfrentará inimigos em batalhas. As figuras 30, 31, 32 e 33 ilustram esta etapa do jogo.

Figura 30 - Primeira etapa de segurança



Fonte: Criado pelo autor

Figura 31 - Segunda etapa de segurança



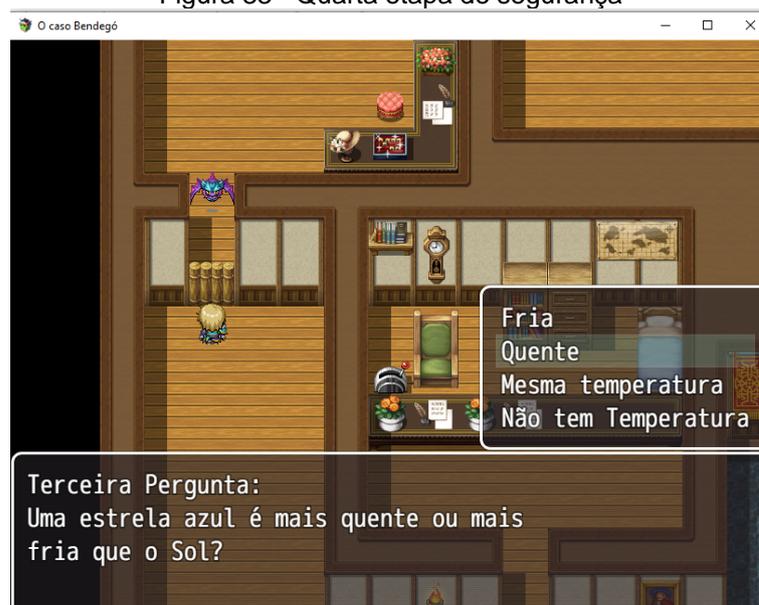
Fonte: Criado pelo autor

Figura 32 - Terceira etapa de segurança



Fonte: Criado pelo autor

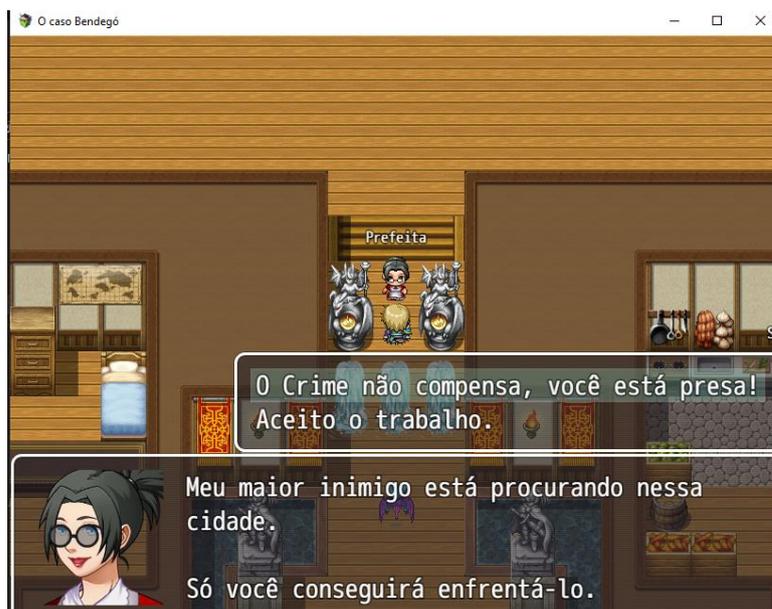
Figura 33 - Quarta etapa de segurança



Fonte: Criado pelo autor

Após superar as etapas dos testes de conhecimentos e de batalhas dentro da prefeitura, é hora de ir ao encontro com a prefeita. Neste ponto, o *game* apresenta dois finais tendo o momento de escolha, como mostra a figura 34. Uma das escolhas é prender e terminar a missão e ser condecorado, como mostra na figura 35; a outra é aceitar o suborno e ser deslocado para a localização de outro meteorito que deixou uma cidade radioativa, como mostrado na figura 36.

Figura 34 – Suborno da prefeita



Fonte: Criado pelo autor

Figura 35 - Condecoração



Fonte: Criado pelo autor

Figura 36 - Cidade Radioativa



Fonte: Criado pelo autor

## 6. APLICAÇÃO DO PRODUTO

A aplicação do *game* “O caso Bendegó” foi realizada em duas turmas do ensino médio da Rede Pública Estadual do Estado do Tocantins, contendo a quantidade de 65 (sessenta e cinco) estudantes matriculados.

Após o procedimento de construção e revisão do *game* “O caso Bendegó”, planejou aplicar em 03 (três) momentos, da forma que se utilizasse a Aprendizagem Baseada em *Games*, em dois formatos de aula.

- O primeiro momento refere-se antes da aplicação, é importante que o professor tenha o conhecimento prévio daquilo que será trabalhado, a organização do ambiente, verificação das máquinas e as instruções ao receber os estudantes.
- No segundo, faz-se necessário refletir sobre a metodologia da utilização do jogo, sendo utilizada a metodologia Sala de Aula Invertida, com a aplicação do *game* aos estudantes de forma que não jogue por jogar, mas que sejam protagonistas do próprio conhecimento, a fim de atingir os objetivos desejados.
- No terceiro momento, visa verificar e reforçar o aprendizado adquirido com as informações contidas no jogo que ocorreu no segundo momento, por meio de uma aula com formato argumentativo sendo relacionada ao segundo momento.

Sendo esses momentos descritos da seguinte forma:

### 6.1. Primeiro momento

Para aplicação do *game* foi usado o laboratório de informática, verificando-se a quantidade de computadores e se estes estavam adequados para que cada aprendiz acomodasse em grupos ou individualmente. Foi realizado um teste de instalação do *game* “O caso Bendegó” em cada máquina para não ocorrer erros ao iniciar a atividade.

Ao receber os estudantes no laboratório de informática, foi orientado para que todos se acomodassem individualmente em cada computador e que iriam receber informações necessárias para a atividade, descritas da seguinte forma:

- Um jogo feito pelo professor será usado para que, além de se divertir, possam aprender jogando;
- Os estudantes devem estar atentos, pois serão cobradas habilidades no processo investigativo para que possam analisar e interpretar textos contidos no jogo, os quais contêm conceitos de Astronomia Básica, Leis de Kepler e Gravitação Universal como objeto de conhecimento. A fim de obter a Competência Geral da Cultura Digital com a Subdimensão de Uso da Ferramenta Tecnológica a qual será “O caso Bendegó”;
- O objetivo da aula é que obtenha aprendizado prévio através do *game* “O caso Bendegó”, que pode fornecer habilidades de raciocínio e análise por meio do Objeto de Conhecimento da Astronomia Básica, as Leis de Kepler e Gravitação Universal;
- A duração da atividade terá 100 (cem) minutos que correspondem a 02 (duas) aulas, ou seja, tempo suficiente para realizar a atividade;
- É essencial que os aprendizes obtenham concentração para solucionar problemas contidos no *game*. Essas questões estão associadas à Unidade Temática Vida, Terra e Cosmos com o Objeto de Conhecimento relacionado à Astronomia Básica, Leis de Kepler e Gravitação Universal;
- Será respeitado o tempo para que cada aprendiz realize a atividade.
- Em outro momento, será trabalhada uma aula argumentativa com base na aplicação do jogo;
- Será permitido se comunicarem e ajudarem os colegas que apresentam dificuldades;
- O professor estará disponível para ajudar somente em situações das instruções de jogabilidade ou em qualquer erro apresentado pelo jogo;
- Concluída a atividade, comunicar-se-á ao professor e, caso termine antes do fim da aula, poderão ajudar os estudantes que apresentarem dificuldades;

- Devem executar o jogo localizado na pasta na área de trabalho em cada computador;
- Todos os comandos de manuseio são do teclado, e as funções de cada tecla são exibidas no jogo.

## 6.2. Segundo momento – Aplicação do “O caso Bendegó”

Foi desenvolvido um plano de aula com o objetivo de trabalhar a habilidade (EM13CNT204), proporcionando aos estudantes adquirir a Competência Geral Cultura Digital, utilizando o *game* para desenvolver as habilidades de analisar e interpretar textos contidos no *game* contendo os Objetos de Conhecimentos: a Astronomia Básica, as Leis de Kepler e a Gravitação Universal.

MODALIDADE: Ensino Médio

SÉRIE: 3º ano

ÁREA DE CONHECIMENTO: Ciências da Natureza e suas Tecnologias

COMPONENTE CURRICULAR: Física;

COMPETÊNCIAS GERAIS: Cultura Digital

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA: 2 - Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

HABILIDADES: (EM13CNT204) Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros).

ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR: com os componentes de Biologia e Química.

OBJETO(S) DE CONHECIMENTO: Conceitos iniciais da Astronomia Básica, as Leis de Kepler e Gravitação Universal.

RECURSOS DIDÁTICOS E TECNOLÓGICOS: Computador, Quadro Branco e pincel.

DURAÇÃO SUGERIDA: 02 horas/Aula;

METODOLOGIA/PROCEDIMENTO:

O procedimento dessa aula está em utilizar “O caso Bendegó” em uma Aprendizagem Baseada em *Games*, com a metodologia da Sala de Aula Invertida, para proporcionar aos estudantes um conhecimento prévio dos Objetos de Conhecimento a serem desenvolvidos, apoiando-se nos quatro pilares para a aplicação do produto.

- O primeiro pilar trata do ambiente flexível, abordando o uso de computadores no Laboratório de Informática da escola;
- O segundo, trata da Cultura da Aprendizagem, pois o aprendiz teve que buscar o conhecimento dentro da aplicação do “O caso Bendegó”;
- O terceiro, refere-se ao conteúdo dirigido, através do “O caso Bendegó” com o objetivo de adquirir as habilidades e competências desejadas que visam à aprendizagem baseada no Objeto de Conhecimento da Astronomia Básica, das Leis de Kepler e da Gravitação Universal;
- O quarto pilar trata do professor facilitador, ou seja, são fornecidas informações para que o estudante possa desenvolver no ritmo mais apropriado para o aprendizado.

Durante a aula, o professor deverá se portar como mediador de forma a organizar os estudantes nos computadores, gerenciar o tempo para que possam atingir o objetivo da aprendizagem e circular entre os mesmos observando o desempenho de cada estudante e espera-se o engajamento durante a atividade no “O caso Bendegó”. O professor pode ser acionado tanto para dar explicação sobre o assunto de uma etapa do *game* ou quanto para interagir na jogabilidade do manuseio.

Avaliação: O estudante será avaliado pelo engajamento em relação ao comportamento dos estudantes dentro do laboratório de informática, a forma como se comportaram durante as etapas do jogo e como se comunicaram com o professor e outros colegas.

### 6.3. Terceiro momento – Aula argumentativa

Foi desenvolvido um plano de aula com o objetivo de trabalhar a mesma habilidade da aula anterior (EM13CNT204), da forma que os estudantes consigam adquirir a Competência Geral Comunicação, após ter utilizado o *game* para desenvolver as habilidades de argumentar e explicar partes dentro do *game* que contem os Objetos de Conhecimentos: Astronomia Básica, as Leis de Kepler e a Gravitação Universal.

MODALIDADE: Ensino médio

SÉRIE: 3º ano

ÁREA DE CONHECIMENTO: Ciências da Natureza e suas Tecnologias;

COMPONENTE CURRICULAR: Física;

COMPETÊNCIAS GERAIS: Comunicação

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA: 2 - Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

HABILIDADES: (EM13CNT204) Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros).

ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR: com os componentes de Biologia e Química.

OBJETO(S) DE CONHECIMENTO: Conceitos iniciais da Astronomia Básica, as Leis de Kepler e Gravitação Universal.

RECURSOS DIDÁTICOS E TECNOLÓGICOS: Quadro Branco e pincel.

DURAÇÃO SUGERIDA: 02 horas/Aula;

METODOLOGIA/PROCEDIMENTO:

Para este momento, é utilizada a metodologia de uma aula com argumentação, partindo dos fundamentos do jogo “O caso Bendegó” aplicado na aula anterior. Os estudantes devem assim, ser orientados que a habilidade na qual irão trabalhar consiste em explicar e discutir assuntos relacionados ao conhecimento da Astronomia Básica, das Leis de Kepler e da Gravitação Universal, com a finalidade de adquirir a Competência Geral de Comunicação com a Subdimensão de Expressão.

1º Passo: Inicialmente, a aula deverá começar com o enredo do *game* "O caso Bendegó", por meio de argumentos sobre Astronomia Básica, questionando os temas ambientais que se encontram no escritório, como exemplo, como a seguir:

- Todos os planetas do Sistema Solar possuem nomes de deuses da mitologia greco-romana. Peça aos estudantes que argumentem a associação dos nomes dos planetas aos deuses da mitologia;

Diversos satélites orbitam em torno dos planetas e quais seriam os tipos de satélites e suas diferenças?

- Qual a diferença entre o meteorito e meteoro?
- Quais as informações a mais possuíam nesse ambiente?

2º Passo: A próxima argumentação consistirá na etapa do *game* na qual a personagem obtém a missão na sala de reuniões. É preciso incentivar os estudantes a descrever este ambiente, como por exemplo, abordando estas questões:

- O que é o meteorito Bendegó e onde foi encontrado?
- Quais são as informações dentro desse ambiente que permitem avançar na missão?
- E mediante uma escolha, quais são os efeitos gerados por cada escolha?

3º Passo: Na cena do crime, Rio de Janeiro, buscar questionamentos sobre as informações contidas neste ambiente a fim de superar esta etapa, como por exemplo, demonstrada a seguir:

- Sobre a Aurora Boreal e onde se localiza?
- Do que se trata a medida ano-luz?

- Quais outras informações contidas nesse ambiente? Quais as dicas e pistas para a realização da missão? Onde estavam e qual o local que deveria seguir e o efeito da escolha contrária?

4º Passo: Na etapa da Groenlândia, os aprendizes devem ser solicitados a comentar as informações contidas no ambiente e, se possível, a indicar a localização das informações. Com base neste mapa, no final dos argumentos dos aprendizes, deverá abordar questões que cada entrada tinha, como, por exemplo:

- Quais as órbitas de baixa excentricidade?
- Qual é a velocidade da luz?
- Sobre a unidade de medida de distância astronômica
- Sobre Galileu Galilei e suas contribuições
- O que são os pontos de afélio e periélio?
- Quais os critérios para ser considerado planeta?

5º Passo: A seguir, questionar os estudantes sobre o que acontece com as informações fornecidas na transição entre a floresta e a última etapa na Austrália. As discussões nesta etapa do processo podem ser exploradas das seguintes maneiras:

- Quais são as Leis elaboradas por Kepler?
- Do que se trata a Lei da Gravitação Universal?
- Explique modelos, como por exemplo, o que aconteceria com a força de atração do Sol com a Terra se a massa da Terra fosse três vezes maior?
- Como são as órbitas dos astros e como é a excentricidade delas?
- O que acontece com a velocidade dos astros na órbita, como aumenta e diminui a velocidade?
- Qual a relação do período dos astros em torno do Sol?

Avaliação: é feita através da participação ativa no discurso, da maneira como explicam os conceitos e demonstram a compreensão dos Objetos de Conhecimento. Com isso, é importante verificar a maneira como os estudantes se expressaram entre o professor e os colegas, expondo as ideias através de justificativas e conclusões coerentes sobre os Objetos de Conhecimento explorados em sala de aula, observando o *feedback* entre os estudantes, caso tenham.

Havendo erros ou o esquecimento de certas informações, o professor terá que abordá-las.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a finalidade de envolver os aprendizes ao nível de imersão para trabalhar as habilidades e competências no contexto do conhecimento e na perspectiva de prepará-los para o século XXI, o *game* “O caso Bendegó” utiliza-se de recursos tecnológicos como mais uma ferramenta para aprimorar o ensino aprendizagem dos estudantes em sala de aula.

Uma das maneiras de tornar as aulas mais dinâmicas e atrativas consistiu na aplicação da metodologia Sala de Aula Invertida com o uso do *game*, “O caso Bendegó”, com a aprendizagem baseada em games no laboratório de informática, foi percebido que o tempo da aula ficou completamente diferente e muito mais atraente, pois os aprendizes esclareceram suas dúvidas uns com os outros ao mesmo tempo em que realizavam a atividade.

Após o contato dos estudantes com o *game*, foi aplicada a metodologia da argumentação e da contra argumentação. Os debates colocados pelo professor no âmbito dos aprendizes torna o pensamento mais evidente, possibilitando avaliar e autoavaliar. Desta forma, permite ao professor avaliar o nível de conhecimento dos estudantes e até mesmo fornecer uma autoavaliação do grau de conhecimento ou do assunto em discussão.

Portanto, o argumento permite formas diferentes de pensar, promovendo uma participação mais ativa dos estudantes em dialogar com prática. Assim, o aprendiz tem a oportunidade de adquirir habilidades de expressão para que possa fundamentar seus conhecimentos em Astronomia Básica, Leis de Kepler e Gravitação Universal.

De certa forma, a aplicação de diferentes metodologias em momentos distintos, permitiu ao estudante tornar-se mais ativo em virtude de não passar a maior parte do tempo ouvindo o professor, e sim interagindo, ou seja, assumindo o papel de protagonista na aula.

## 8. REFERÊNCIAS

ABRÃO Neto, M.; ABRÃO, M. **O USO DA SALA DE AULA INVERTIDA NAS PRÁTICAS LABORATORIAS**. In: NEVES, V. J.; LIMA, M. T.; MERCANTI, L. N.; COSTA, D. J. A. Título da obra: Metodologias ativas: Inovações educacionais no ensino superior. Campinas-SP: Pontes, 2019. p. 157.

ALVES, F. **Gamication**: como criar experiências de aprendizagem engajadoras. Um guia completo: do conceito à prática. 2. ed. São Paulo: DVS Editora, 2015. 200 p. ISBN-13:978-8582891025.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**: educação é a base. Brasília, DF: MEC, 2018.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição Da República Federativa Do Brasil de 1988**. Brasília,DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm). Acesso em: 20 set. 2018.

BRASIL/MEC. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF: 20 dez.1996. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9394.htm). Acesso em: 20 set. 2018.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs)**. Terceiro e quarto ciclo: apresentação dos temas transversais. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BOLLELA, V. R. **Sala de aula invertida na educação para as profissões de saúde**: conceitos essenciais para a prática. Revista Eletrônica de Farmácia, v. 14, n. 1, maio 2017. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/REF/article/view/42807>. Acesso em: 22 mar. 2020.

CAPECCHI, M. C. V. M.; CARVALHO, A. M. P. **Argumentação em uma aula de conhecimento físico com crianças na faixa de oito a dez anos**. Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 171-189, 2000.

CCR. **Dimensões e desenvolvimento das Competências Gerais da BNCC**.

Movimento pela Base Nacional Comum: Disponível em:

[http://movimentopelabase.org.br/wp-](http://movimentopelabase.org.br/wp-content/uploads/2018/03/BNCC_Competencias_Progressao.pdf)

[content/uploads/2018/03/BNCC\\_Competencias\\_Progressao.pdf](http://movimentopelabase.org.br/wp-content/uploads/2018/03/BNCC_Competencias_Progressao.pdf). Acesso em: 05 jan. 2019.

CSIKSZENTMIHALYI, M. **Flow**: the psychology of optimal experience. New York: Harper & Row, 1990. Disponível em:

[https://mktgsensei.com/AMAE/Consumer%20Behavior/flow\\_the\\_psychology\\_of\\_optimal\\_experience.pdf](https://mktgsensei.com/AMAE/Consumer%20Behavior/flow_the_psychology_of_optimal_experience.pdf). Acesso em 25 jan. 2020.

DE CARVALHO, Wilton Pinto et al. **O Meteorito Bendegó**: história, mineralogia e classificação química. Revista Brasileira de Geociências, v. 41, n. 1, p. 141-156, 2011.

ERMI, L.; FRANS, M. **Fundamental components of the gameplay experience: Analysing immersion.** DiGRA 2005. Conference: Changing Views - Worlds in Play. V.3, ISBN / ISSN: ISSN 2342-9666. Disponível em: <http://www.digra.org/digital-library/publications/fundamental-components-of-the-gameplay-experience-analysing-immersion/>. Acesso em: 12 dez. 2019.

GEE, J. P. **Bons video games e boa aprendizagem.** Artigo. Perspectiva, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. V. 27, n.1, 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/perspectiva/article/view/2175-795X.2009v27n1p167/14515>. Acesso em: 15 nov. 2019.

GEE, J. P. **What Video Games Have To Teach Us About Learning and Literacy.** Basingstoke, Hants: Palgrave Macmillan, 2003.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica.** 9ª. ed. Vol. 2. , Rio de Janeiro: LTC, 2012.

HUIZINGA, J. **Homo Ludens: o jogo como elemento cultural.** Trad. João Paulo Monteiro. 4º ed. São Paulo: Perspectiva, 1996.

IGNÁCIO, A. C. **O RPG eletrônico no ensino de química: uma atividade lúdica aplicada ao conhecimento de tabela periódica.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba. Mestrado em Ensino de Química, 2013.

INEP. **Novas Competências da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).** Disponível em: <http://inep80anos.inep.gov.br/inep80anos/futuro/novas-competencias-da-base-nacional-comum-curricular-bncc/79>. Acesso em: 05 fev. 2020.

ANDRADE JUNIOR, J. M.; SOUZA, L. P.; SILVA, N. L. C. (org.) **Metodologias ativas: práticas pedagógicas na contemporaneidade.** Campo Grande: Editora Inovar, 2019. 203p.

KAPP, K. M. **The gamification of Learning and Instruction: game-based methods and strategies for training and educations.** San Francisco: Pfeiffer, 2012.

ALONSO, M; FINN, E.J. **Física: Um Curso Universitário.** 2ª ed. Vol. 1. São Paulo, Editora Edgard Blücher Ltda., 1972.

MATTAR, J. **Games em educação: como os nativos digitais aprendem.** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

MORATORI, P. B. **Porque utilizar jogos educativos no processo de ensino aprendizagem?** UFRJ. Rio de Janeiro (2003): 04. Disponível em: [https://www.inesul.edu.br/professor/arquivos\\_alunos/doc\\_1311627269.pdf](https://www.inesul.edu.br/professor/arquivos_alunos/doc_1311627269.pdf). Acesso em: 21 mar. 2020.

Movimento pela Base Nacional Comum. **Dimensões e Desenvolvimento das Competências Gerais da BNCC.** Center for Curriculum Redesign. 2018. Disponível em: <http://movimentopelabase.org.br/wp->

content/uploads/2018/03/BNCC\_Competicencias\_Progressao.pdf. Acesso em: 15 ago. 2019.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica 1: Mecânica**. 4ª ed., São Paulo: Blücher, 1998.

OLIVEIRA FILHO, K. S.; SARAIVA, M. F. O. **Astronomia e Astrofísica**. 4ª. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017.

OLIVEIRA, F. N. **Adaptação e avaliação da metodologia dos sete passos para o desenvolvimento de competências em produção de jogos digitais didáticos**. 2017. 201f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação) - Universidade Federal De Santa Catarina, Araranguá, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/182732/349270.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2019.

OLIVEIRA, T. E.; ARAUJO, I. S; VEIT, E. A. **Sala de aula invertida (flipped classroom)**: inovando as aulas de física. Física na escola. São Paulo. Vol. 14, n. 2 (out. 2016), p. 4-13. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/159368>. Acesso em: 13 dez 2019.

PRENSKY, M. **Aprendizagem baseada em jogos digitais**. São Paulo: Editora Senac. São Paulo, 2012.

SASSERON, L. H.; CARVAHO, A. M. P. **Construindo argumentação na sala de aula**: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. Ciência e Educação, Bauru, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5274048>. Acesso em: 15 jan. 2020.

SCHELL, J. **The art of game design**: a book of lenses. Morgan Kaufman: Mellon University. San Francisco, CA, USA, 2008.

SILVA, J. C. L. **Uso de gamificação como instrumento de avaliação da aprendizagem**. Refas-Revista Fatec Zona Sul, 2015, 1.2: 19-30. Disponível em: <http://www.revistarefas.com.br/index.php/RevFATECZS/article/view/12>. Acesso em: 10 jul 2019.

DA SILVA, F. S. **A elipse e as orbitas planetárias**. Monografia – Instituto de Matemática, Licenciatura de Matemática, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2009.

STUDART, N. **Simulação, games e gamificação no ensino de Física**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 21, 2015, Uberlândia. Anais... São Paulo: SBF, 2015. 21: p. 1-17. Disponível em: [http://eventos.ufabc.edu.br/2ebef/wp-content/uploads/2015/10/Studart\\_XXI\\_SNEF\\_Final\\_NEW.pdf](http://eventos.ufabc.edu.br/2ebef/wp-content/uploads/2015/10/Studart_XXI_SNEF_Final_NEW.pdf). Acesso em: 18 dez 2019.

Teixeira, R. L. P.; Teixeira, C. H. S. B.; Silva, P. C. D. **Utilização da sala de aula invertida em cursos de graduação em engenharia/ Applying flipped classroom teaching model in a materials science and engineering course**. The Brazilian Journal of Development, v. 5, n. 10, p. 19061-19072, 2019. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/3758>. Acesso em: 12 dez. 2019

VIEIRA, M. L.; SARTORIO, R. **Análise motivacional, causal e funcional da brincadeira em duas espécies de roedores**. Estud. psicol. (Natal), Natal, v. 7, n. 1, p. 189-196, Jan. 2002 . Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-294X2002000100020&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-294X2002000100020&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 23 out 2019.