



República Federativa do Brasil
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



INSTITUTO DE FÍSICA
FÍSICA LICENCIATURA

Leandro Inácio da Silva

PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE EDUCAÇÃO EM
ASTRONOMIA PARA NÍVEL MÉDIO

Campo Grande/MS
2024

Leandro Inácio da Silva

**PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE EDUCAÇÃO EM
ASTRONOMIA PARA NÍVEL MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao curso de Física Licenciatura da
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
como um dos requisitos para obtenção do
título de **licenciado em Física**.

Orientador: Prof. Dr. Hamilton Perez Soares
Corrêa

Campo Grande/MS

2024

Leandro Inácio da Silva

**PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE EDUCAÇÃO EM
ASTRONOMIA PARA NÍVEL MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao curso de Física Licenciatura da
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
como um dos requisitos para obtenção do
título de **licenciado em Física**.

Aprovado em 23 de fevereiro de 2024.

Prof. Dr. Hamilton Perez Soares Corrêa(UFMS)
(Presidente / Orientador)

Profa. Dra. Dorotéia de Fátima Bozano

Profa. Ma. Keissy Carla Oliveira Martins

Campo Grande/MS
2024

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus que me ofereceu a oportunidade de estudar e fez com que meus objetivos fossem alcançados nestes últimos anos;

A minha esposa, Cibely Silvestrini, e minha filha, Alice Inácio, que me motivaram nos momentos difíceis e compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste curso;

Ao amigo Cleiton Lima Vargas, pela dedicação incondicional e pelo apoio demonstrado ao longo de todo o período de tempo em que me dediquei a este trabalho e ao curso de Licenciatura de Física. A minha amiga Mirian Costa que sempre está disposta a me ensinar algo. Aos meus colegas de classe, pelo grupo forte que construímos para chegarmos até o fim;

Ao professor Hamilton Perez Soares Corrêa, por ter aceitado ser meu orientador em momento tão adverso e por ter desempenhado tal função com dedicação e amizade incondicionais. O exemplo de professor e seus ensinamentos permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional e certamente me tornaram um professor melhor. A todos os meus professores e mestres que contribuíram para minha formação.

RESUMO

PROPOSTA DE ENSINO DO SISTEMA SOLAR PARA SÉRIES DO NÍVEL MÉDIO

AUTOR: Leandro Inácio da Silva

ORIENTADOR: Dr. Hamilton Perez Soares Corrêa

O objetivo geral desta monografia foi desenvolver uma Sequência Didática para ajudar o ensino de conteúdos sobre o Sistema Solar e astrofísica estelar para o Nível Médio nas escolas públicas de Campo Grande-MS. Foi desenvolvida uma sequência didática aplicada no ano de 2023, a um total de 12 estudantes do Ensino Médio, com idades entre 15 e 19 anos, provenientes de diferentes escolas públicas e integrantes do curso preparatório noturno para o vestibular, situado no Instituto Causadores da Alegria, da cidade de Campo Grande, MS. Foi utilizada na aplicação da sequência a metodologia *blended Learning*. Foi observado que os alunos demonstram diferentes conhecimentos sobre Astronomia, sendo em sua maioria limitado. Conceitos comprometidos sobre o Sol, os Planetas e as constelações (Três Marias e Cruzeiro do Sul), o que afeta a qualidade da visão de mundo desses alunos. A Sequência Didática que aplicamos no grupo pesquisado se mostrou adequada para o desenvolvimento do conhecimento básico dos alunos a respeito do Sistema Solar e da astrofísica destacou a importância do uso de estratégias de ensino inovadores ao apresentar conceitos astronômicos com simplicidade e atratividade. Abordagens didáticas que partam do conhecimento prévio e da realidade dos estudantes, a fim de facilitar o processo de aprendizagem e propiciar maior proximidade aos conteúdos trabalhados. Mesmo com um conhecimento básico, a sequência atingiu os objetivos do trabalho, destacando as potencialidades do ensino em Astronomia dentro da disciplina de Física. Com isso, foi reforçada a importância de métodos interativos e contextualizados que permitam o interesse e o engajamento dos estudantes.

PALAVRAS-CHAVE: Educação em Astronomia; Ensino de Física; Ensino Médio; Sequência Didática.

ABSTRACT

TEACHING PROPOSAL OF THE SOLAR SYSTEM FOR MIDDLE SCHOOL GRADES

AUTHOR: Leandro Inácio da Silva

ADVISOR: Dr. Hamilton Perez Soares Corrêa

The general objective of this monograph was to develop a Didactic Sequence to aid the teaching of content about the Solar System and stellar astrophysics at the high school level in the public schools of Campo Grande-MS. A didactic sequence was developed and applied in the year 2023 to a total of 12 high school students, aged between 15 and 19, from different public schools and members of the evening preparatory course for the vestibular, located at the Institute Causadores da Alegria, in the city of Campo Grande, MS. The blended Learning methodology was used in the application of the sequence. It was observed that the students demonstrate different knowledge about astronomy, which is mostly limited. Compromised concepts about the Sun, the Planets, and the constellations (Three Marias and Southern Cross), which affects the quality of these students' worldview. The Didactic Sequence that we applied to the researched group proved to be adequate for the development of the students' basic knowledge about the Solar System and astrophysics, which showed the importance of using innovative teaching strategies when presenting astronomical concepts with simplicity and attractiveness. Didactic approaches that start from the students' prior knowledge and reality in order to facilitate the learning process and provide greater closeness to the content worked on. Even with basic knowledge, the sequence achieved the objectives of the work, highlighting the potentialities of teaching Astronomy within the Physics discipline. With this, the importance of interactive and contextualized methods that allow the interest and engagement of students was reinforced.

KEYWORDS: Astronomy Education; Physics Teaching; High School; Didactic Sequence.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Teoria Sociocultural de Vygotsky	18
Figura 2 – Turma de voluntários para projeto	27
Figura 3 – Funcionamento do sistema solar	32
Figura 4 – Componentes do Sistema Solar	32
Figura 5 – Primeira Lei de Kepler	33
Figura 6 – Segunda Lei de Kepler	33
Figura 7 – Terceira Lei de Kepler	34
Figura 8 – Força gravitacional e as leis de Newton	34
Figura 9 – Leis de Newton	35
Figura 10 - Simulador de constelações	36
Figura 11 - Vídeo do Youtube canal Khan Academy Brasil	36
Figura 12 - Simulador Hertzsprung-Russell	38
Figura 13 – Valores adicionais	39
Figura 14 – Representação visual do céu	39
Figura 15 – Representação visual da Via Láctea no céu	40
Figura 16 – Primeiro encontro para tratar de astronomia	41
Figura 17 – Turma iniciando a atividade de pesquisa	42
Figura 18 – Primeira atividade da turma em grupo	47
Figura 19 – Turma em atividade 5 mais cooperativa	54
Figura 20 – Turma desenvolvendo atividade 5 através da colaboração	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Quadro de aulas	28
Quadro 2 – Quadro sintético das aulas	20
Quadro 3 – Descrição aula 1	32
Quadro 4 – Descrição aula 2	33
Quadro 5 – Descrição aula 3	36
Quadro 6 – Descrição aula 4	36
Quadro 7 – Descrição aula 5	37
Quadro 8 – Descrição aula 6	38
Quadro 9 – Retorno dos estudantes (Atividade 1)	43
Quadro 10 – Retorno dos estudantes (Atividade 2)	46
Quadro 11 – Retorno dos estudantes (Atividade 3)	48
Quadro 12 – Retorno dos estudantes (Atividade 4)	51
Quadro 13 – Retorno dos estudantes (Atividade 5)	54
Quadro 14 – Retorno dos estudantes (Atividade 6)	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC:	Base Nacional Comum Curricular
MRU:	Movimento Retilíneo Uniforme
TAS:	Teoria de Aprendizagem Sociocultural
TCC:	Trabalho de Conclusão de Curso
TIC:	Tecnologia da Informação e Comunicação
UA:	Unidade Astronômica
ZDP:	Zona de Desenvolvimento Proximal

Sumário

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 ESTRUTURA DE APRESENTAÇÃO DO TRABALHO.....	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL	14
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS.....	14
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
3.1 ABORDAGEM PEDAGÓGICA À LUZ DE VYGOTSKY	15
3.2 ENSINO DAS DISTÂNCIAS ASTRONÔMICAS	19
4 METODOLOGIA.....	22
4.1 CONSTRUÇÃO DA SD.....	22
4.1.1 Apresentação	22
4.1.2 Materiais e Métodos.....	26
4.1.3 Perfil da Turma.....	27
4.1.4 Encaminhamento Metodológico	28
4.1.5 Interesses e Motivação	28
4.1.6 Quadro Sintético de Aulas.....	29
4.1.7 Recursos de Ensino	29
4.1.8 Descrição aula a aula.....	30
4.2 COLETA DE DADOS	40
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
5.1 RELATO DE APLICAÇÃO	43
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	66
7 REFERÊNCIAS	68

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho de pesquisa é de natureza prática, qualitativa e descritiva, que relata o Ensino da Astronomia no Ensino Médio para alunos oriundos de escolas públicas da cidade de Campo Grande-MS. As inquietações que propiciaram este estudo se iniciaram no ano de 2017, quando realizava a disciplina de estágio supervisionado e o desenvolvimento de meu primeiro Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), sob o título: "A Aplicação do Numeral Zero e Suas Diversas Faces no Ensino da Matemática", para obtenção do título de licenciado em Matemática (minha primeira graduação).

Naquela época, algumas questões foram respondidas, mas outras ficaram em aberto e, por isso, busquei realizar uma segunda graduação na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul no curso de Licenciatura em Física. Ter as ciências para contextualizar o ensino da Matemática pareceu uma boa opção formativa, com aplicabilidade e resultados mais tangíveis para o cotidiano dos estudantes. O aprendizado em qualquer área, principalmente em Matemática, vai além da simples decodificação numérica e do domínio técnico algorítmico dos conceitos e símbolos, requer competências para interpretar, analisar, sintetizar, dar significado, conceber e transcender o imediatamente sensível, extrapolando e projetando perspectivas para o cotidiano. De acordo com Brousseau (2008):

[...] a formulação de um conhecimento corresponderia a uma capacidade do sujeito de retomá-lo (reconhecê-lo, identificá-lo, decompô-lo e reconstruí-lo em um sistema lingüístico). O meio que exigirá do sujeito o uso de uma formulação deve, então envolver um outro sujeito, a quem o primeiro deverá comunicar uma informação (p. 29).

A Física e seus conceitos estão presentes em diferentes esferas do cotidiano; no entanto, nem sempre os estudantes visualizam a dimensão prática entre a sala de aula e seus conhecimentos e sua aplicação no cotidiano. Isso destaca a importância de que a didática no Ensino de Ciências não seja fragmentada e que a metodologia de ensino seja motivadora e próxima ao contexto vivencial do aluno, reforçando a íntima ligação entre escola, aprendizagem e demandas vivenciais. Para que essas aproximações ocorram, o aprendizado deve propiciar o diálogo entre aluno com os conteúdos ensinados e, principalmente, colocar o estudante como protagonista de seu aprendizado, conforme descreve D'Ambrosio (2011).

Nesse sentido, D'Ambrosio defende que o ensino seja formado por processos ativos capazes de superar uma rotina passiva de aprendizagem e que considerem os repertórios, as vivências e a personalidade dos estudantes em sua construção.

Durante o ano de 2022, pela ocasião de novos estágios no curso de licenciatura em Física e, em 2023, pela confecção do Trabalho de Conclusão de Curso, surgiu novamente a chance de responder outras questões que ficaram abertas no primeiro TCC de 2017. Tendo agora mais ferramentas, novas abordagens e, talvez, mais efetivas. Sendo outras turmas, acreditava que as variáveis seriam as mesmas e, logo, as indagações passadas estariam em aberto; porém, eu estava completamente enganado. O mundo havia passado por uma pandemia de COVID-19 e todas as áreas da vida humana foram afetadas e diversas adaptações foram necessárias. A educação também se alterou com essa nova realidade: as dificuldades na escola pública ficaram ainda mais evidentes, devido a lacuna de dois anos no tempo educacional da grande maioria das escolas públicas do país.

Durante o curso de Licenciatura em Física, surgiu a oportunidade de estudar algumas disciplinas relacionadas à Astronomia e percebi que a temática astronômica seria uma oportunidade de ensinar tanto a Matemática como a Física de forma integrada e não fragmentada, por meio de conteúdos astronômicos. A pandemia de COVID-19 nos alertou da necessidade de que o mundo contemporâneo exige que todos devam se apropriar das tecnologias digitais. Desta maneira, não é possível considerar o Ensino de Física ou Matemática exclusivamente a partir de aulas tradicionais, onde a postura estática é distante da realidade imposta aos alunos. Para colaborar na busca de respostas para essa nova realidade, procurei o Prof. Hamilton Perez Soares Corrêa, para me orientar nessa jornada.

O uso de aparelhos celulares tornou-se obrigatório na vida das pessoas e a pandemia acelerou esse comportamento. Hoje, uma grande fração da população está nas redes sociais e suas informações estão alocadas em alguma nuvem pertencente a uma grande empresa de tecnologia da comunicação. Mesmo em escolas da periferia, os alunos possuem algum tipo de aparelho celular conectado à internet.

Frente a toda essa tecnologia, a contribuição de utensílios tecnológicos se apresenta como recurso para aproximação dos estudantes ao cotidiano. A todo instante, os indivíduos estão “[...] usando os instrumentos materiais e intelectuais que são próprios à sua cultura” (D’AMBROSIO, 2011, p. 22). A partir desse uso, os alunos se aproximaram de diferentes contextos e conteúdos e, quando se apresentam no meio escolar, os instrumentos da cultura moderna e do interesse de quem aprende geram um novo aprendizado.

Iniciei no ano de 2022, como professor e de forma voluntária, em um curso

preparatório para vestibular sem fins lucrativos voltado a alunos do Ensino Médio de escolas públicas. Um curso voltado a jovens que precisam se preparar para os exames de ingresso universitários e não possuem condições financeiras. Inicialmente, ministrei Matemática em aulas eventuais e de reforço. No início do ano de 2023, tornei-me professor titular de Matemática e Física. Sabendo das diversas estratégias e abordagens pedagógicas, inicialmente, acabei reproduzindo aulas tradicionais, a mesma que vivenciei durante minha vida estudantil. Sob orientação do Prof. Hamilton Corrêa, iniciamos novas estratégias, como tentativa de romper com esse paradigma. Como resposta alternativa, iniciamos um trabalho fundamentado em estratégias didáticas e metodológicas que estimulam a interação aluno-professor, aluno-aluno e aluno-materiais/recursos didáticos, e acreditando na aprendizagem em ambiente colaborativo, e favorecendo a autonomia no processo de aprendizado.

Considerando a capacidade de abstração como uma característica fundamental da Educação em Ciência e da Matemática, por meio de fórmulas e teorias que são fundamentais, seus conteúdos idealmente devem ser ensinados para a compreensão do mundo à sua volta e a prontidão para a resolução de problemas reais. Quando os alunos aprendem Matemática e Física, precisam explorar objetos reais de interesse do seu cotidiano. Isso significa atividades adequadas e suficientes para lançar bases importantes para o desenvolvimento do pensamento científico-matemático. Neste percurso, o estudante estabelece o equilíbrio entre as necessidades para a compreensão de modelos e a competência de prever situações futuras.

Em resumo, esta monografia lança um olhar aplicado e investigativo sobre o Ensino da Física, a partir de temas relacionados com a Astronomia, favorecendo a articulação lógico-Matemática como pano de fundo. A orientação geral do estudo foi direcionada a propor uma Sequência Didática (SD) baseada na pedagogia sócio interacionista como uma tentativa de superar a metodologia tradicional vigente e propor uma metodologia que permite o desenvolvimento, a experimentação e a descoberta, como estratégia para trazer a Ciência para a construção significativa do conhecimento pelo estudante.

1.1 Estrutura de Apresentação do Trabalho

A seguir, indicamos como os capítulos estão organizados nesta monografia.

- i. Introdução: apresenta os elementos gerais que motivaram o desenvolvimento deste estudo, contextualizando o seu interesse e enfoque, o que inclui os objetivos e o percurso de formação da abordagem proposta;
- ii. Fundamentação Teórica: destinada a apresentar as principais bases acerca da teoria

que envolve a SD proposta em seus eixos, sendo a abordagem vygotskyana do ensino das distâncias astronômicas.

- iii. Metodologia: no terceiro capítulo, indicamos a construção da SD, assim como os elementos que descrevem a sua implementação, culminando na coleta dos dados.
- iv. Resultados e Discussão: envolve a análise dos relatos colhidos durante a aplicação, tendo por finalidade apresentar os desdobramentos obtidos na aplicação da SD.
- v. Conclusão: por fim, nas Considerações Finais descrevemos como a aplicação da SD refletiu nas percepções dos alunos acerca da temática astronômica, retorno e reflexos relativos ao Ensino da Física junto a adolescentes do Ensino Médio e frente ao tema do Sistema Solar e astrofísica estelar.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Esta pesquisa busca apresentar uma SD que contribua no aprendizado científico de conceitos fundamentais sobre o Sistema Solar e astrofísica estelar, por estudantes do Ensino Médio de escola pública de Campo Grande-MS.

2.2 Objetivo Específicos

- Identificar os pontos favoráveis para o ensino da Física contextualizada pela Astronomia;
- Descrever as contribuições para o ensino da Matemática a partir dos conhecimentos físicos e astronômicos;
- Analisar a contribuição que um ambiente colaborativo propicia para o aprendizado e a autonomia dos estudantes;
- Identificar como a interação social dos estudantes contribui para o processo de aprendizagem.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta etapa do estudo apresentamos a base teórica que sustenta a pesquisa. O seu conteúdo foi estruturado a partir da abordagem pedagógica vygotskyana, de forma que as relações do sujeito com o meio, de forma dirigida e produtiva ao aprendizado, conduzem o processo. Os fundamentos desta abordagem estão detalhados a seguir.

3.1 Abordagem Pedagógica à Luz de Vygotsky

A SD apresentada busca integrar os estudantes para que possam interagir e trocar experiências em um ambiente preparado para motivar o estudo de conteúdos astronômicos. Essa premissa parte, de acordo com Torres e Irala (2014), dos fundamentos da Teoria Sociocultural, criada pelo psicólogo bielo-russo Lev S. Vygotsky, que compreende o desenvolvimento da cognição humana como resultado de um processo social, em que a interação com o outro e as relações humanas importam de maneira determinante. Conforme o pensamento de Vygotsky:

Desde os primeiros dias do desenvolvimento da criança, suas atividades adquirem um significado próprio num sistema de comportamento social e, sendo dirigidas a objetivos definidos, são refratadas através do prisma do ambiente da criança. O caminho do objeto até a criança e desta até o objeto passa através de outra pessoa. Essa estrutura humana complexa é o produto de um processo de desenvolvimento profundamente enraizado nas ligações entre história individual e história social (Vygotsky, 1989, p. 33).

É possível levar o pensamento vygotskyano supracitado ao Ensino de Física, como uma forma de estruturar práticas de ensino que sejam capazes de promover interações, participações e aprendizagens de forma integrada, com prioridade ao trabalho em grupos e colaboração, em que cada sujeito contribui com as suas capacidades.

Nesse ponto de colaboração, Silva e Hai (2016) evidenciam que, entre os alunos, é possível formar uma dinâmica relação de fortalecimento da aprendizagem por trocas com indivíduos que possuem maior conhecimento, seja como mediador (professor) ou como competências e habilidades mais avançadas presentes em si e nos colegas, que se intercambiam. Isso se assenta no conteúdo de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), também trazido por Vygotsky, que pode ser compreendido entre os estímulos e avanços

que podem ser obtidos por um sujeito, quando recebe apoio de outro que já domina aquilo que ele, potencialmente, também pode dominar.

Segundo a teoria de Vygotsky, interações sociais serão as responsáveis pelo desenvolvimento do que ele intitulou de funções mentais superiores. Dessa forma, complementa Joenk (2002), quando afirma que as funções são:

[...] processos tipicamente humanos como: memória, atenção e lembrança voluntária, memorização ativa, imaginação, capacidade de planejar, estabelecer relações, ação intencional, desenvolvimento da vontade elaboração conceitual, uso da linguagem, representação simbólica das ações propositadas, raciocínio dedutivo, pensamento abstrato (Joenk, 2002, p. 3).

É importante considerar, a partir de Joenk (2002), que as funções mentais superiores são fundamentais à compreensão da singularidade da cognição humana. São elas que permitem que as informações sejam processadas e possibilitam que o ser humano interaja com criatividade frente a seu meio e desafios. Ainda, para o aprendizado, atenção e memória contribuem diretamente ao seu desenvolvimento, enquanto a imaginação é determinante para a capacidade de planejamento dos sujeitos, bem como adaptação e flexibilidade. Para que problemas sejam resolvidos e exista a capacidade de inovar, o raciocínio dedutivo e o pensamento abstrato devem estar suficientemente desenvolvidos, possibilitando a plenitude das intervenções humanas ao meio, sobretudo quando fundamentadas em interações pertinentes e vinculadas com a realidade.

As sequências didáticas dessa natureza, segundo Zanatta e Brito (2015), costumam ser baseadas por várias atividades pautadas em experimentos, laboratórios e colaboração, a fim de que todas essas trocas se materializem e cristalizem como aprendizagem. Ainda, esses mesmos autores afirmam que essas trocas são fortalecidas especialmente pelo papel dado pela linguagem ao desenvolvimento do pensamento, o que reserva um espaço potencial e de atenção para as formas pelas quais os professores, como mediadores de conhecimento, organizam os seus conteúdos. É essa dinâmica que levará os alunos a internalizar o conhecimento. São dois tipos de elementos mediadores, o primeiro os instrumentos:

O instrumento é o elemento interposto entre o homem e o objeto de seu trabalho, ampliando as possibilidades de ação sobre a natureza. O instrumento é criado para uma finalidade específica, carregando consigo a função para a qual foi desenvolvido e o modo de utilização que lhe foi atribuído por meio do trabalho coletivo (Zanatta; Brito, 2015, p. 4).

Zannata e Brito (2015) entendem, assim, o instrumento como um intermediário entre o indivíduo e o objeto de seu trabalho, de forma que as capacidades humanas de alteração do meio sejam ampliadas. Por ser dessa forma, os instrumentos possuem diferentes propósitos, de modo que respondam à sua finalidade de projeto. Logo, um instrumento termina sendo uma extensão da habilidade humana, que possibilita ir além do que Física e intelectualmente seria possível, em contextos distintos. O segundo elemento mediador seriam os signos, na visão de Vygotsky (1999, p.70) *apud* Joenk (2002, p. 5):

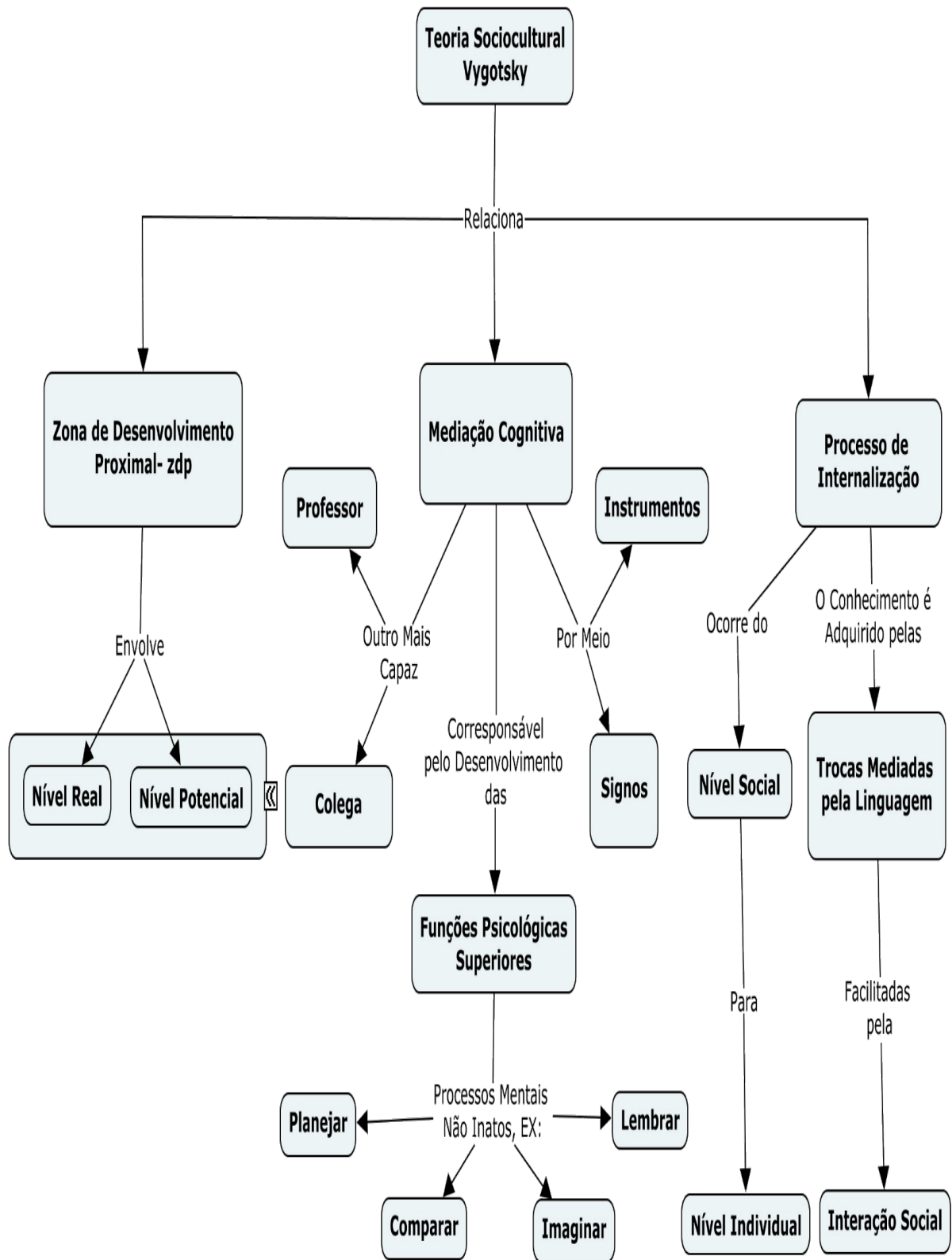
A invenção e o uso de signos como meios auxiliares para solucionar um dado problema psicológico (lembrar, comparar coisas, relatar, escolher, etc.) é análoga à invenção e uso de instrumentos, só que agora no campo psicológico. O signo age como um instrumento da atividade psicológica de maneira análoga ao papel de um instrumento no trabalho.

Joenk (2002) destaca o papel dos signos como instrumentos mentais. Dessa forma, o signo físico não somente facilita, quando amplia a capacidade humana de interagir com o mundo. Alguns exemplos disso podem ser vistos na forma da linguagem, que é formada pela sistematização de signos, possibilitando que algo que exista somente na abstração mental seja conhecido e considerado em outros níveis, a partir da divisão com pares e que tenha a sua análise. O mesmo pode ocorrer com um signo matemático, atuando como elemento de refinamento do pensamento humano.

Conforme Ostermann e Moreira (2000), outras características importantes dessa teoria estão relacionadas à maturação do conhecimento. Tendo a zona de desenvolvimento real como as habilidades adquiridas pelo aluno, aquilo que ele é capaz de resolver de forma autônoma. A zona de desenvolvimento potencial, ou proximal, se relaciona com a capacidade do estudante aprender por imitação ou com algum tipo de ajuda. No relato de Vygotsky (1994) consta que:

Um aspecto essencial do aprendizado é o fato de ele criar a zona de desenvolvimento proximal; ou seja, o aprendizado desperta vários processos internos de desenvolvimento, que são capazes de operar somente quando a criança interage com pessoas em seu ambiente e quando em cooperação com companheiros. Uma vez internalizados, esses processos tornam-se parte das aquisições do desenvolvimento da criança (Vygotsky, 1994, p. 101).

Dessa forma, a Figura 1 apresenta uma leitura geral sobre a Teoria Sociocultural de Vygotsky, cuja grafia do nome varia representativamente na literatura e, na figura selecionada, foi escrita de forma distinta à utilizada neste estudo, mas preservada integralmente.

Figura 1 – Teoria Sociocultural de Vygotsky

Adaptado : Psicologia da Educação (2013, online).

A Teoria Sociocultural de Lev Vygotsky apresenta uma versão voltada a especificar o

desenvolvimento cognitivo humano. No entendimento de Medeiros (2021), o eixo central dessa teoria é a ZDP, tendo por norte o sistema em que uma pessoa de maior capacidade conduz o desenvolvimento potencial de um sujeito em processo de aprendizagem. No espectro escolar, o professor assume papel central nessa relação, mediando a aprendizagem do aluno. Esse processo pode ser conduzido a partir da mediação cognitiva, em que signos e instrumentos gerais aportam a aprendizagem.

Kaulfuss (2019) descreve que se entende por instrumento ferramentas que podem ter natureza tecnológica ou não, que transformam o meio. Assim, signos e instrumentos servem à transformação de funções psicológicas superiores, permitindo que sejam desenvolvidos aspectos complexos e que se referem em grande parte à aprendizagem. Alguns exemplos são planejamento, pensamento abstrato e memória.

Por fim, Medeiros (2021) ressalta que a internalização representa a transferência do conhecimento no nível social para o individual, sendo que o contexto social é o meio de aprendizagem, que se dá pela interação com os diferentes sujeitos. A linguagem realiza esse processo de aporte e mediação, de forma que atribui à aprendizagem o sentido sociocultural. O desenvolvimento cognitivo representa um papel fundamental no pensamento vygotskyano, que se dá de forma colaborativa e sociocultural, marcando a personalidade da teoria.

3.2 Ensino das Distâncias Astronômicas

Compreendida a teoria vygotskyana, nosso estudo aborda o ensino astronômico das distâncias astronômicas, campo em que foram aplicados os conceitos que receberam essa abordagem sociocultural. A humanidade nos primórdios da organização civilizatória começou a controlar seu próprio destino, basicamente por meio da agricultura e pecuária, obrigando-se a observar a noite e o dia, e sua periodicidade, as estações do ano e as fases da Lua, levando ao desenvolvimento de modelos rudimentares de contagem de tempo. Desse modelo rudimentar até o presente, foi um processo de avanços e refinamentos que resultou no estado presente do conhecimento. O primeiro aspecto a ser tratado na temática astronômica no Ensino da Física é a Lei da Gravitação Universal de Newton, que determinou a interação entre corpos a partir das massas presentes e das distâncias entre os centros de massa, tratada por Araújo (2013) como aquela que se refere à força de atração entre dois corpos. De acordo

com a autora, trata-se da lei em que:

A lei da gravitação universal foi enunciada por Isaac Newton (1643-1727) em 1687 na sua obra *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*. Esta lei explicita a forma da força atrativa que existe entre dois corpos devido ao facto de terem massa, mas nada diz sobre a sua origem, que só foi explicada mais tarde pela Teoria da Relatividade Geral de Albert Einstein. Nesta obra Newton também mostrou como as Leis de Kepler são consequência desta lei. A força gravitacional entre dois corpos pontuais, com massas m_1 e m_2 , é diretamente proporcional ao produto das massas gravitacionais, e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles. A força tem a direção da reta que une as massas pontuais (Araújo, 2013, p. 1).

Em outra frente, encontramos um conjunto de leis empíricas formuladas por Johannes Kepler nomeadas de Leis de Kepler. Segundo Menezes e Batista (2020), o significado dessas leis envolve o movimento dos planetas no Sistema Solar formadas por três leis. A primeira corresponde às órbitas dos planetas, descrevendo que o movimento dos mesmos se dá em órbitas elípticas com o Sol em um dos focos da elipse. Na segunda lei, denominada Lei das Áreas, é descrito que o raio vetor que conecta o Sol e o planeta varre áreas iguais em tempos iguais. A terceira lei, Lei dos Períodos, estabelece a presença de uma relação entre o quadrado do tempo demandado para a completude de uma órbita e o cubo do semieixo maior da sua órbita, sendo a razão uma constante no Sistema Planetário.

Para a medição de distâncias planetárias, há vários recursos possíveis, contudo, um dos mais comumente utilizados é a paralaxe. Conforme Silva, Binoti e Dilem (2023), nela, a mudança na posição de um objeto, coordenada pela mudança na posição de quem o observa, é o referencial de base para o cálculo de distâncias. Para distâncias estelares, há outro recurso que apoia o cálculo da distância, o uso das Cefeidas Variáveis, a partir do seu brilho e de sua oscilação, pode-se determinar a distância da estrela à Terra, sendo aplicadas também para a determinação das distâncias de aglomerados estelares e, mais recentemente, de galáxias.

De acordo com Arruda e Teixeira (2022), considera-se que as distâncias astronômicas são tão amplas que não é possível aplicar as mesmas unidades para diferentes astros. Por ser assim, foram desenvolvidas unidades distintas, como a unidade astronômica (ua), baseada na distância média entre Terra e Sol e também o ano-luz, que considera a distância que a luz pode percorrer no intervalo de um ano. A compreensão da velocidade da luz pode ser considerada como uma base para o entendimento da distância no espaço, aplicada a distâncias estelares. Esse dado se relaciona com o pensamento da relatividade especial de Einstein, que estabelece a velocidade da luz como o limite para a viagem da matéria. Assim, é a partir dessa teoria que se tem por base que a observação de objetos distantes permite a visualização do passado desses objetos, pois há o intervalo que a luz levou para se deslocar até que possa ser observada. Por estas e outras referências gerais, é possível afirmar que existe uma implicação

recorrente da Teoria da Relatividade de Einstein na compreensão das distâncias astronômicas.

Nesse sentido, Fabris e Velten (2013) observaram que está a constante de Hubble, que considera a descrição da taxa de expansão do universo como determinante para o conhecimento das distâncias presentes entre as galáxias. Na observação do desvio do comprimento da onda de luz para o vermelho (um caso particular do Efeito Doppler que indica a cor vermelha como frequência de ondas de luz percebida pelo observador quando os corpos celestes se afastam), é possível conhecer a velocidade com que uma galáxia se afasta da Terra e, conseqüentemente, a distância em que ela se encontra. Avançando este conceito, a fim do conhecimento das distâncias cósmicas, está a Cosmologia, campo do conhecimento voltado a identificar e estudar a estrutura em larga escala e evolução do Universo. É pela Cosmologia que elementos e fatores relacionados à topografia universal são conhecidos e se somam às distâncias cósmicas. Nesse campo de abordagem, é importante incluir também a astrofísica cosmológica. Conforme Tyson (2017), o interesse da astrofísica cosmológica reside no conhecimento dos grandes corpos celestes e como eles se relacionam às chamadas lentes gravitacionais, bem como aspectos como distorção da luz associada à distância, buracos negros e o aspecto do tempo e sua natureza conectada ao espaço.

Mais classicamente, existe a Matemática das órbitas, que contempla a mecânica celeste e se volta ao cálculo das trajetórias dos astros e como isso se relaciona com a gravidade, sendo realizados pelo uso de equações. Esse tipo de prática possibilita a previsão de como e onde os planetas estarão em um espaço de tempo (podendo ser onde estiveram no passado, ou em predição a um tempo futuro). Macedo e Rodrigues (2015) observam que, nesse tipo de interesse, é possível aplicar métodos estatísticos para analisar os dados astronômicos. Esse tipo de prática possibilita inferir de forma objetiva a respeito de estrelas ou galáxias, da mesma forma que hipóteses podem ser testadas acerca de medições ou a confiabilidade das mesmas. Com isso, ainda Macedo e Rodrigues (2015) observam que se torna interessante o uso de simulações computacionais e também modelos numéricos, que evidenciam o comportamento dos corpos celestes em um período futuro.

Esse tipo de conhecimento enriquece o conhecimento do Universo sobre aquilo que não pode ser observado, ou compreensão de largas escalas. Sendo assim, existe uma forte interação entre a Física e a Matemática no Ensino da Astronomia, de forma que as distâncias astronômicas demandam a integração destes dois campos. Quando vinculados estes dois campos de conhecimento, é possível que os estudantes possam compreender de forma ampla os princípios que envolvem o Universo e como calcular as distâncias, com instrumentos cada vez mais autônomos e efetivos.

4 METODOLOGIA

4.1 Construção da SD

Proposta de Ensino do Sistema Solar e astrofísica estelar básica para séries do Nível Médio.

4.1.1 Apresentação

O Ensino da Astronomia Contemporânea envolve o desafio de atingir o interesse de aprendizagem e a efetividade do ensino aos estudantes, enquanto o seu desenvolvimento ocorre a partir de instrumentos de ordem complexa e eficiente, mas que se mostram “[...] totalmente alheios às pessoas enquanto suas vivências e experiências no dia a dia” (Hovarth; 2013, p. 4502). Isso acarreta uma divisão significativa entre os objetivos de ensino e de aprendizagem, e sua possibilidade de repasse e conexão significativa e traz ao professor a necessidade de que se aproxime cada vez mais do uso fluente da criatividade e de recursos que se aproximem à tecnologia disponível para mostrar de que maneira a Astronomia se vincula com a vida.

A SD foi desenvolvida com o intuito de trazer uma proposta significativa de ensino atrelada à Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), a fim de proporcionar o Ensino de Astronomia a adolescentes de forma ativa e envolvente. Ao convidar ao aprendizado a partir de uma jornada no Sistema Solar, perpassando pelos signos que modelam a Física por trás da Astronomia e propor complementos assentados nas TIC, a nossa proposta busca trazer o ensino inovador e ao mesmo tempo em que repassa conhecimentos de forma ativa, participativa e vinculada à realidade. Nesse processo, a sequência visa trazer conhecimentos representativos a respeito dos fenômenos astronômicos e do Universo, de forma compreensível e conectada à realidade.

Barroso e Borgo (2010, p. 2504) refletem a respeito do fato de que “[...] o conhecimento dos fenômenos astronômicos e de suas explicações científicas não estão presentes em grande parte da população”. Continuam os autores na reflexão de que esse distanciamento e dificuldade não se mostram únicos aos estudantes: afirmam que “[...] estudantes e professores da educação básica, no Brasil e no mundo, têm dificuldades tanto de

observação quanto de explicação de fenômenos astronômicos básicos” (p. 2504). Dentro desta consideração, esta SD explora uma forma de ensino diferenciada de elementos como Física Estelar, composição de estrelas, temperatura, Matemática e elementos correlatos, a fim de fortalecer esforços de aprendizagem de forma leve e interativa.

Assim, esta SD propõe estimular, pelo uso das TIC, os estudantes ao pensamento crítico-reflexivo a respeito do Sistema Solar e compreensão de aspectos estelares e galácticos. Segundo Damasceno Junior e Romeu (2018), este movimento de engajamento de conteúdo e ensino representa uma forma de estimular o pensamento crítico sobre os diferentes fenômenos e elementos que integram o Universo, assim como o lugar do ser humano e do planeta Terra em relação ao Sistema Solar e em nossa Via Láctea.

Entende-se, conforme Burnham (2013), que a Astronomia como um fenômeno voltado ao estudo de corpos celestes e dos fenômenos que ocorrem no meio externo ao globo terrestre, apresenta informações e compreensões a respeito da Química e da Física desses objetos celestes, junto de narrativas, teorias e hipóteses sobre como o Universo. O Sistema Solar e as galáxias são partes importantes no Ensino da Astronomia, sendo possível acessar portas de engajamento dos estudantes para o seu aprendizado.

Dessa forma, o pensamento vygotskyano busca, pelo coletivo e suas interações, a adaptação individual para que o aprendizado ocorra de forma significativa. Contribui ainda nesse sentido dentro da estruturação do pensamento, como descrito por Nogueira et al. (2022), compreende que a pedagogia e todos os seus conteúdos de ensino promovem o empoderamento crítico do indivíduo, de forma que possa desenvolver um pensamento consciente e transformador sobre si, seu meio e os temas com os quais entra em contato.

Em uma extensão a esses conceitos estão as TIC que, segundo Fortes, Beirão e Amane (2021), no ensino centrado no aluno (o que inclui o Ensino de Física, sobretudo em Astronomia), possibilitam ao docente atingir um padrão de prática em sala de aula fortemente eficaz e interativo. A incorporação dessas tecnologias permite que o conhecimento seja mais próximo do estudante e de seus interesses, mais dinâmico e, ainda, engajado e enriquecido por instrumentos que geram aproximação e envolvimento discente, facilitando a transmissão de informações. No entendimento desses autores, o ensino com as TIC visa:

[...] a busca de novas formas de disseminação do conhecimento por meio do ato de ensinar e o modo de aprender, visto que, a relação ensino e aprendizagem é construída por meio de vários fatores que funciona como o conjunto de competências e habilidades individuais, que passam por um processo de mudança de comportamento tanto daquele que ensina, como daquele que aprende.

Assim sendo, a aprendizagem centrada no aluno pode impulsionar a ação individual na obtenção do saber, construindo o caminho para novos questionamentos e reflexões originais (Fortes; Beirão; Amane, 2021, p. 46).

Uma das bases do uso das TIC são recursos digitais que envolvem simulações, visualização e acesso a diferentes bases de dados. Conforme Jesus (2015), na Astronomia, especificamente, isso permite que bases de dados dessa natureza sejam acessados, simulações e outros instrumentos que permitem uma visualização mais aplicável e real do conteúdo, o que torna o seu aprendizado mais interessante aos estudantes. Esse tipo de acesso e visualização promovidos pelas TIC retiram do campo da abstração os conhecimentos da Astronomia, e isso permite que os alunos visualizem os fenômenos de uma forma distinta, mais acessível e aplicável. Um exemplo disso pode ser visto quando estudantes visualizam simulações de órbitas planetárias em ambiente virtual, e podem compreender mais claramente como isso ocorre e o grau de influência da gravidade e de seus elementos nesse tema, o que contribui ainda para o desenvolvimento da resolutividade de problemas e refinamento do pensamento crítico.

Algumas das ferramentas disponíveis nas TIC são softwares de modelagem e plataformas de realidade virtual e, na narrativa de Lobo e Barwaldt (2021), a partir desses recursos, é possível que os alunos aprendam de forma interativa e imersiva. Com isso, é possível simular diferentes ambientes astronômicos, e o estudante pode realizar verdadeiras viagens virtuais em que é possível observar diferentes fenômenos astronômicos de forma próxima. O ganho desse tipo de condição é o aumento da compreensão conceitual, bem como maior interesse e envolvimento dos alunos, fatores estes que contribuem para o aprendizado significativo.

Ainda, o uso das TIC facilita a aprendizagem colaborativa, tanto por dispor de plataformas que permitem colaborar online quanto a partir das redes sociais educacionais, pelas quais a difusão, troca e discussão de aprendizagens e ideias terminam sendo facilitadas. Para Montes e Vallejo (2016), ainda existe a possibilidade de que não somente sejam desenvolvidos projetos coletivos, mas também que, por esses instrumentos, os alunos possam autonomamente se envolver, colaborar e aprender em comunidades de aprendizagem ampliadas, que transcendem seu meio pedagógico e permitem maior conexão de conhecimentos. Outra possibilidade é que, por esses meios, os alunos contactem pessoas como especialistas e afins, ampliando as possibilidades de aprendizagem.

As TIC ainda permitem que o aprendizado seja personalizado, bem como que exista uma monitorização mais ativa dos instrumentos de avaliação e adaptação para que o ensino

atenda às demandas dos estudantes. Souza e Gimenez (2023) mencionam que, para o Ensino de Física, essa potencialidade das TIC envolve a possibilidade de ajuste e regulação dos problemas e de suas dificuldades para os alunos, bem como de instrumentos personalizados para melhorar o aprendizado de conceitos específicos, que tanto podem ser destinados ao desenvolvimento de alunos que tenham dificuldades pontuais, quanto também para apoiar o desenvolvimento de projetos mais complexos ou aportar a maturação de valências que estejam sendo desenvolvidas.

No entanto, o uso das TIC envolve também a capacidade de atender os diferentes desafios quanto ao seu teor, uso, acesso e amplitude. Dambros e Oliveira (2016) referem ser preciso que não somente os alunos tenham prontidão para seu uso, mas também que os professores tenham domínio suficiente para conduzir a sua aplicação. Para isso, eventualmente, pode ser necessário treinamento técnico para compreender como é possível integrar tecnologias de forma pedagógica concreta, vinculada ao aprendizado significativo e suas possibilidades. Em outros momentos, é possível refletir ativamente sobre a estruturação do ensino com o aporte das TIC, para atingir o sentido de integração, validade e solidez pedagógica. Ainda, nem sempre a equidade no acesso às tecnologias está presente, em alguns casos, sobretudo no ensino público, dificuldades dessa ordem podem comprometer projetos de ensino, requerendo reflexão e conhecimento das TIC, para a adaptação e uso dentro dos cenários eventualmente restritos, garantindo acesso e o benefício potencial por este recurso.

Mesmo com as vantagens que as TIC apresentam, Andrade e Paz (2022) mencionam ser necessário ao professor também a reflexão de que elas são um suporte para o desenvolvimento do pensamento crítico e resolução de problemas, e não o centro dessa experiência. Assim, é preciso que outras abordagens e uma metodologia/didática eficiente estejam presentes quando as TIC forem utilizadas, de forma que não haja uma dependência excessiva de tecnologia, e que ocorra equilíbrio com o uso de métodos de ensino que possam ter resultados iguais ou similares, independentemente da presença ou não das tecnologias.

Quanto à avaliação no contexto do uso das TIC, Dutra Junior (2023) frisa ser preciso considerar que, assim como elas oferecem novas formas de aprender, é preciso que a avaliação seja ajustada a esses novos modelos de aprendizagem. Os melhores recursos para este fim são avaliações contínuas formativas, que permitem o monitoramento do progresso do aluno com o avanço das propostas e planos de ensino.

Naturalmente, as avaliações somativas, sobretudo no ensino público, permanecem necessárias, mas podem e necessitam de ajustes para que respondam de forma mais

personalizada ao avanço e natureza do aprendizado dos conceitos específicos em que foi contemplado o uso das TIC (Dutra Junior, 2023).

Para Montes e Vallejo (2016), a expectativa para o uso das TIC em um cenário futuro do Ensino de Física envolve a possibilidade de ambientes de aprendizado aumentados, com o uso da realidade aumentada e inteligência artificial para ampliar as experiências e imersão possíveis. Todas essas expectativas evidenciam cada vez mais o aumento da personalização e da imersão como polos potenciais ligados às TIC. Assim, é possível afirmar que o uso das TIC requer não somente o reconhecimento de seu potencial como instrumento pedagógico, mas uma remodelagem didática e metodológica ao Ensino da Física, em que a tecnologia aporta, vincula e aumenta o engajamento, ao mesmo tempo em que a interação do professor com o aluno se redesenha e assume contornos que procuram adaptar o papel docente a esse espaço tecnológico. Com isso, espera-se que a atuação docente seja mais fluída, próxima e personalizada, a partir de dinâmicas de ensino que sejam tão fluidas quanto às possibilidades das TIC.

4.1.2 Materiais e Métodos

A SD, voltada a adolescentes do Ensino Médio, mescla de forma gradativa conceitos e compreensões do Sistema Solar e os símbolos matemáticos que modelam os fenômenos, a partir de elementos da Física astronômica, conceitos e desafios. Conforme Sousa Filho (2022), esses conceitos buscam evidenciar como o movimento celestial ocorre, em suas diferentes formas, e assim, aborda temas como Lei de Kepler, de Newton, dinâmica planetária, órbitas, gravidade e a ocorrência do movimento no espaço.

Phillips (2013) complementa que o tema ainda envolve o Grupo Local de Estrelas, bem como seu ciclo de vida, Termodinâmica Estelar e Fusão Nuclear das Estrelas. Esses saberes permitem compreender como nascem, se transformam e morrem as estrelas, o que é e como opera o núcleo estelar.

O Sistema Solar, de forma mais ampla, tem seu conteúdo abordado relacionado com a formação dos planetas e suas características e seu desenvolvimento, pois, conforme Bertin (2014), esses conhecimentos permitem que os estudantes possam identificar a organização do Universo de forma mais ampla e crítica. Torna-se importante o estudo da dinâmica gravitacional para que seja possível ao estudante compreender as interações entre as galáxias menores com as maiores, de forma a evidenciar a evolução das galáxias.

A abordagem do início do Universo, segundo Halpern (2023), é um passo de complexidade para o conhecimento astronômico, com o mapeamento tridimensional e expansão cósmica, sendo um desfecho de maior complexidade e cobertura conceitual, com inclusão da Cosmologia.

Assim, a SD proposta é baseada na colaboração e comunicação entre os estudantes (Torres e Irala, 2014), com o professor posicionado como um mediador dos conhecimentos. Valorizando o estudante, conforme Nogueira et al. (2022), ao fato do convite constante ao pensamento crítico e questionamento, com reflexões sobre os conceitos astronômicos e a realidade. Assim, o conteúdo avança em uma jornada de conhecimento cada vez mais complexo, de modo dialogado, integrado e estimulante.

4.1.3 Perfil da Turma

Nossa sequência é orientada a estudantes na faixa etária entre 15 a 19 anos em média (Figura 2), já na fase de desenvolvimento do pensamento abstrato, que denota aptidão para a abordagem de conceitos teóricos mais complexos (Guise-Milian; Weschsler, 2018). O ensino da Física através de TIC tem o intuito de aproximação com a vivência, diálogo e interação, bem como uso de metodologias ativas para promoção da aprendizagem significativa (Mota e Rosa, 2018).

Figura 2– Turma de voluntários para projeto



Fonte: o autor (2023).

4.1.4 Encaminhamento Metodológico

São previstas seis aulas ao todo para a sequência proposta, contendo os seguintes blocos: Sistema Solar (2), Grupo Local de Estrelas (2), Estrelas e Aglomerados (1) e Nossas Galáxias (1). O tempo das aulas consideradas é de 50 minutos cada, conforme apresenta o Quadro 1.

Quadro 1 – Quadro de aulas

Tema	Número de aulas
Sistema Solar	2
Grupo Local de Estrelas	2
Estrelas e Aglomerados	1
Nossa Galáxia	1

Fonte: o autor (2023).

Para o desenvolvimento das aulas, alguns conteúdos científicos foram abordados:

- 4.1.1.1 Introdução geral ao Sistema Solar;
- 4.1.1.2 Modelo Heliocêntrico;
- 4.1.1.3 Leis de Kepler e de Newton – dinâmica planetária;
- 4.1.1.4 Estrelas: formação e seus tipos;
- 4.1.1.5 Aglomerados estelares;
- 4.1.1.6 Galáxias: tamanhos, distâncias e estrutura;
- 4.1.1.7 Nossa Galáxia

O desenvolvimento desses conceitos contou com a inclusão de elementos da Matemática, para estruturar o conhecimento e os desafios propostos: cálculos de distâncias e proporcionalidade em escalas.

4.1.5 Interesses e Motivação

A SD foi desenvolvida com o interesse de despertar nos alunos o desejo voluntário de conhecer e se envolver com os aspectos ligados à Física Estelar e à Astronomia, fomentando a sua curiosidade acerca do Universo e sua exploração. Dessa forma, o intuito é oferecer recursos para uma aprendizagem dialogada sobre os temas, facilitada pela ludicidade. Para Randall (2013), os temas de uma SD devem conduzir ativamente ao aprendizado das questões propostas, com conhecimento e relacionamento com o universo dos estudantes. Sendo assim, Iyer (2017) relata que despertar o desejo de aprender Física. Sendo assim, esta

sequência busca motivar, por meio da ludicidade e engajamento com os mais diferentes conteúdos da Astronomia e da Física Estelar, como uma jornada de conhecimento para o desfecho do projeto.

4.1.6 Quadro Sintético de Aulas

A sequência descrita por aulas forma o quadro sintético (Quadro 2) a seguir:

Quadro 2 – Quadro sintético das aulas

Tema	Temas de aula
Sistema Solar	Aula 1: Sistema Solar e Órbitas Aula 2: Leis de Kepler e a Força Gravitacional
Grupo Local de Estrelas	Aula 3: Grupo Local de Estrelas e Distâncias Aula 4: As interações do Grupo Local de Estrelas
Estrelas e Aglomerados	Aula 5: Estrelas e aglomerados estelares – introdução ao tema
Nossa Galáxia	Aula 6: Via Láctea e escalas astronômicas

Fonte: o autor (2023).

4.1.7 Recursos de Ensino

- Datashow;
- Vídeos e simuladores Online;
- Calculadoras (uma por grupo ou aluno);
- Bolas de isopor com glitter (diversas cores);
- Simulação de sistema solar em isopor;
- Mapa estelar;
- Imagens da nossa galáxia;
- Bolas de argila coloridas;
- Imagens de aglomerados estelares;
- Imagens de estrelas;
- Imagens de galáxias;
- Bolas de isopor de tamanhos variados;
- Régua grande;
- Barbante;
- Elástico;
- Fitas métricas.

4.1.8 Descrição aula a aula

A SD apresentada é composta por um total de seis aulas que exploram as bases da Astronomia, na jornada proposta que se estende do Sistema Solar até a Galáxia mais próxima. Dessa forma, uma das bases desse método de ensino está centrada nas distâncias astronômicas e, por essa razão, a estrutura das aulas ficará os métodos que permitem, estimar essas distâncias (paralaxe, estrelas variáveis Cefeidas) e algumas características do Sistema Solar. A síntese das aulas pode ser identificada na seguinte sequência:

Síntese do Plano de Aula

Aula 1: Sistema Solar e Órbitas.

Objetivo central: compreender o Sistema Solar, com a conceituação descrição do que são e como se realiza as órbitas planetárias.

Questões condutoras: qual o papel desempenhado pelo Sol no Sistema Solar? Quais os recursos ou condições que mantêm os planetas em órbita?

Conteúdos de base: fundamentos gerais do Sistema Solar e Modelo Heliocêntrico.

Aula 2: Leis de Kepler e Força Gravitacional

Objetivo geral: identificar as Leis de Kepler e da gravitação de Newton, explicar o movimento planetário e a força gravitacional.

Questões condutoras: quais são as Leis de Kepler e como elas podem auxiliar na compreensão do movimento dos planetas? Os movimentos planetários apresentam alguma ligação com as três Leis de Newton?

Conteúdos de base: a dinâmica planetária aplicada às Leis de Newton e de Kepler.

Aula 3: Grupo Local de Estrelas e suas distâncias

Objetivo geral: analisar a definição de Grupo Local de Estrelas e o conceito da paralaxe para realização de medidas de distâncias.

Questões condutoras: o que é e do que é formado o Grupo Local de Estrelas? Como é possível medir distâncias astronômicas pela paralaxe?

Conteúdo de base: paralaxe (finalidade e forma de cálculo) e Grupo Local de Estrelas.

Aula 4: Interações do Grupo Local de Estrelas

Objetivo geral: identificar as interações entre as estrelas que formam o Grupo Local e apresentar como as estrelas variáveis Cefeidas podem ser utilizadas para medir distâncias astronômicas.

Questões condutoras: quais as interações realizadas pelas estrelas do Grupo Local? Como as estrelas variáveis Cefeidas podem ser definidas e de que forma podem ser utilizadas para determinar as distâncias astronômicas?

Conteúdo de base: ciclo de vida das estrelas, medição de distâncias com o uso de estrelas variáveis Cefeidas.

Aula 5: Estrelas e aglomerados estelares

Objetivo geral: compreender o conceito de aglomerados estelares e dos diferentes tipos de estrelas existentes.

Questões condutoras: como podem ser compreendidos os aglomerados estelares? Como as estrelas se formam, nascem e morrem? Quais são seus principais tipos?

Conteúdo de base: conceito de aglomerados estelares e ciclo de vida das estrelas.

Aula 6: Via Láctea e as Escalas Astronômicas

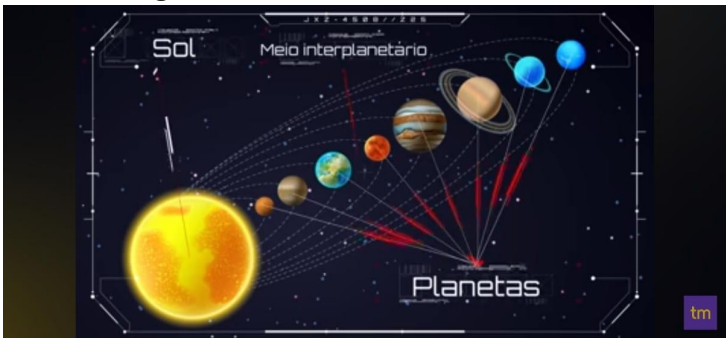
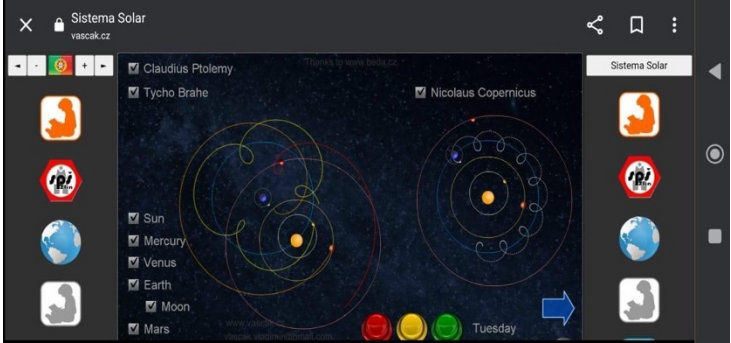
Objetivo geral: compreender a estrutura de formação da Via Láctea, nossa galáxia, e iniciar a caracterização e compreensão das Supernovas tipo Ia para a medição de distâncias astronômicas ainda maiores.

Questões condutoras: como, do que e de que maneira é formada e organizada a Via Láctea? Por que é possível utilizar Supernovas Tipo Ia para medir as distâncias astronômicas grandes?

Conteúdo de base: a Via Láctea e sua estrutura, caracterização das Supernovas Tipo Ia e medição de distâncias a partir das Supernovas tipo Ia.

A partir do descritivo apresentado, no Quadro 3 será mostrado a estrutura de desenvolvimento da SD.

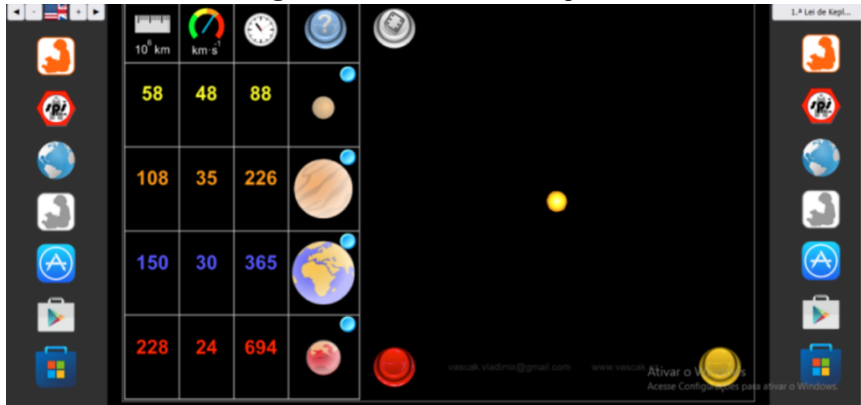
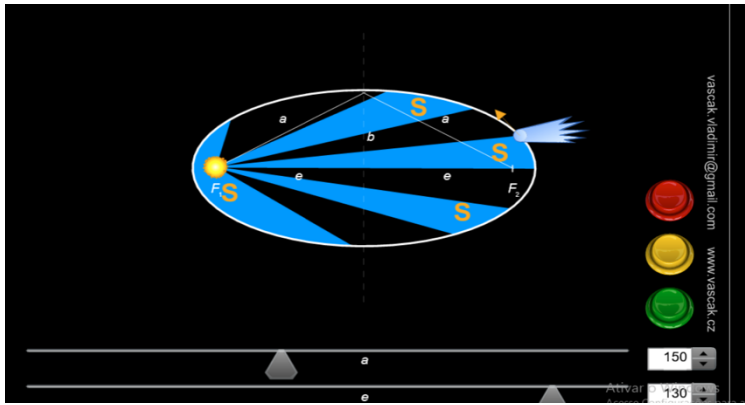
Quadro 3 – Descrição aula 1

Aula	Descritivo
01	Tema: <u>Sistema Solar e Órbitas</u> Finalidade pedagógica: descrever o sistema solar de forma básica, com seus componentes e funcionamento, incluindo a compreensão de órbitas planetárias e a influência solar. Recursos: Datashow, modelo digital ou físico do sistema solar, cadernos ou folhas de sulfite e recursos de registro. Metodologia: Etapa 1 – Introdução: apresentação dos objetivos da aula e de como será feita em sua condução; introdução ao conceito de Sistema Solar, com uso de Datashow e vídeo-síntese que mostra o seu funcionamento. Material de Apoio enviado para estudo antes da aula: Figura 3– Funcionamento do sistema solar  Fonte: https://youtu.be/3bE0NZVRwNo?si=-9RgaVvrnmxs-fp Etapa 2 – Componentes do Sistema Solar: exposição com modelos físicos ou digitais dos diferentes componentes (planetas, luas, cometas, asteroides etc.) e apresentação do Sol e de seu papel no sistema, sobretudo no fornecimento de energia e como astro central. Figura 4– Componentes do Sistema Solar  Fonte: Vascak (2013, <i>online</i>). Etapa 3 – Modelo Heliocêntrico: abordagem da teoria heliocêntrica e uso do Datashow para ilustrar o seu funcionamento, realizando um comparativo com o modelo geocêntrico, com destaque a semelhanças e diferenças; relato do papel histórico desempenhado pelo modelo heliocêntrico e de sua importância ao longo do desenvolvimento da Ciência Moderna. Etapa 4 – Órbitas Planetárias: apresentar aos alunos o conceito de órbita planetária e ilustrar, de forma ativa, como opera, utilizando para isso um modelo digital ou físico, simulador Vascak (componentes do Sistema Solar), com o qual os alunos possam interagir. Elucidado o conceito, avançar para a apresentação e discussão do conceito de gravidade e como ela atua na manutenção das órbitas dos corpos menores ao seu redor. Etapa 5 – Prática: após os alunos interagirem com o modelo do Sistema Solar, dividir a sala em grupos e solicitar que repliquem e expliquem as órbitas, de forma criativa e com o uso do recurso de livre escolha. Frisar a necessidade de evidenciar como as órbitas ocorrem e a relação presente entre o posicionamento dos planetas em relação ao Sol. Etapa 6 – Discussão das questões condutoras da aula, em debate dialógico e com possibilidade de pesquisa em computador ou celular (com possibilidade de deslocamento a laboratório de informática), responder: Qual o papel desempenhado pelo Sol no Sistema Solar? Quais os recursos ou condições mantêm os planetas em órbita?

Quadro 3 – Descrição aula 1

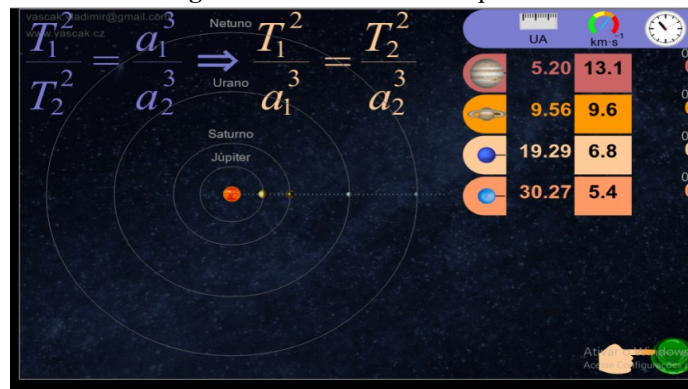
Aula	Descritivo
01	Etapa 7 – Conclusão e revisão da aula: principais pontos abordados e apresentação de conceitos-chave para o desenvolvimento da aula seguinte, criando pontos de interesse e preparação. Etapa 8 – Tarefa para casa: solicitar que os estudantes manipulem novamente o simulador Vascak (2013, online) e relacione com o tema sobre o Sistema Solar e as órbitas. Pedir que façam uma síntese sobre o assunto

Quadro 4 – Descrição aula 2

Aula	Descritivo
02	3ª Lei de Kepler Tema: Leis de Kepler e Força Gravitacional Finalidade Pedagógica: compreender as Leis do Movimento Planetário de Kepler e o que preconizam, compreendendo como a força gravitacional opera e sua relação com outro grupo de leis, as Leis de Newton. Recursos: Datashow, modelos físicos ou digitais de órbitas planetárias, recursos de registro. Metodologia: Material de apoio enviado para estudo antes da aula: 1a Lei de Kepler Figura 5– Primeira Lei de Kepler  Fonte: Vascak (2013, online). 2a Lei de Kepler Figura 6– Segunda Lei de Kepler  Fonte: Vascak (2013, online).

3a Lei de Kepler

Figura 7– Terceira Lei de Kepler



Fonte: Vascak (2013, online).

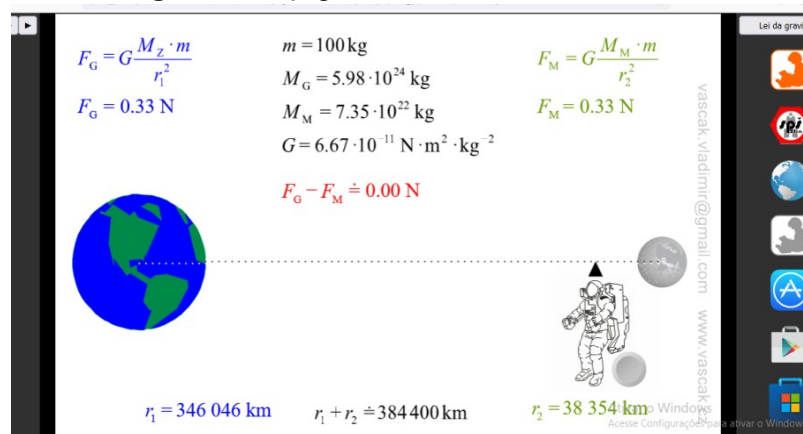
Etapa 1 – Abertura: apresentação do objetivo da aula, retomada dos conceitos da aula anterior de forma breve (reforçando o conceito de órbitas e o papel do Sol) e apresentação da estrutura da aula a ser desenvolvida.

Etapa 2 – As Leis de Kepler: detalhamento do que são essas leis e de seu contexto; apresentação de cada uma delas (Lei das Órbitas, das Áreas e dos Períodos) e como se aplicam de forma prática, com o uso de modelos de explicitação.

Etapa 3 – A Força Gravitacional e as Leis de Newton: introdução ao conceito de força gravitacional, tendo por base a Lei de Gravitação Universal de Newton; descrição do conceito de gravidade e de sua participação fundamental no movimento dos planetas e apresentação de como as Leis de Newton se aplicam ao Sistema Solar, com oferta aos alunos de diagrama-piloto que condensa essas leis.

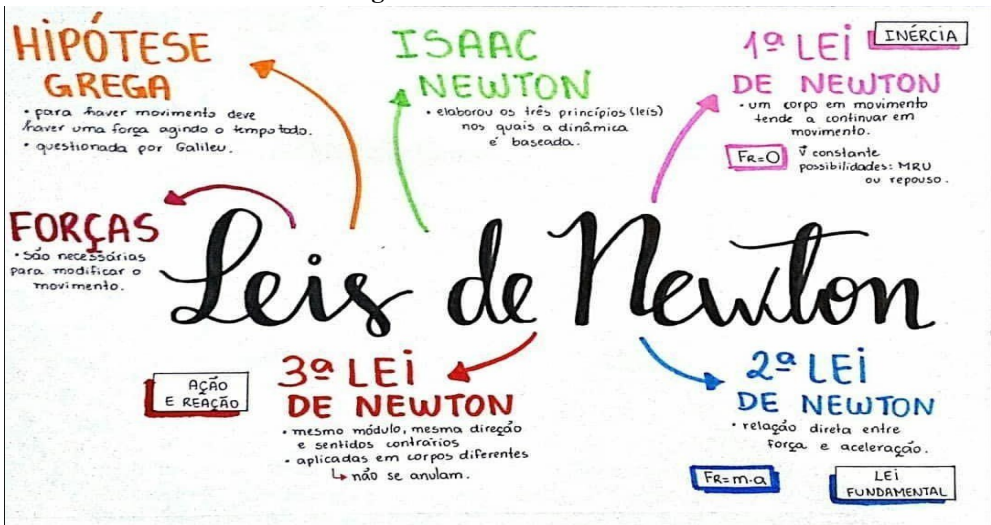
Simulador: Força Gravitacional e as Leis de Newton

Figura 8 – Força gravitacional e as leis de Newton

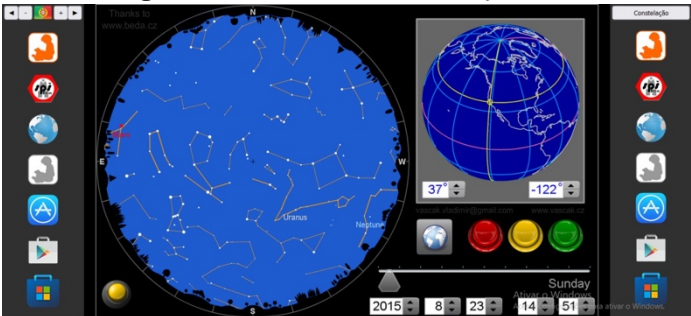


Fonte: Vascak (2013, online).

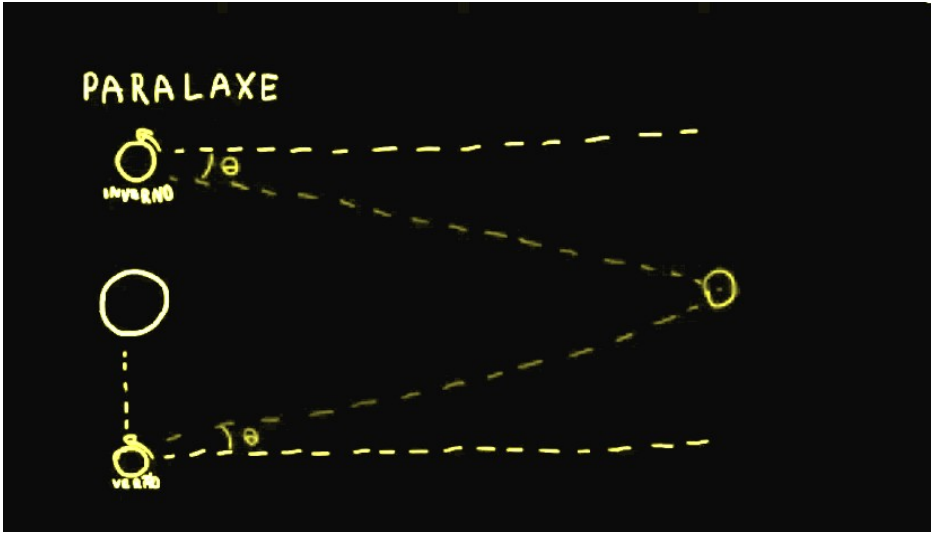
Quadro 4 – Descrição aula 2

Aula	Descritivo
02	Figura 9 – Leis de Newton  Fonte: Study Maps (2020). Etapa 4 – Prática: simulação com modelos físicos ou digitais de aplicação das leis de Newton e de Kepler, com discussão de sua aplicação e possibilidade de interação dos estudantes com essas bases. Etapa 5 – Discussão das questões condutoras de forma crítica e dialógica: Quais são as Leis de Kepler e como elas podem auxiliar na compreensão do movimento dos planetas? Os movimentos planetários apresentam alguma ligação com as Leis de Newton? Etapa 6 – Conclusão da aula: retomada dos principais pontos abordados, contextualização e motivação temática para a aula seguinte. Etapa 7 – Tarefa para casa: repasse de lista de exercícios e contextualização que apresenta como aplicar as leis estudadas na aula e coleta da atividade desenvolvida. Etapa 8 – Tarefa para casa: solicitação que os estudantes manipulem novamente o simulador Vascak (2013, <i>online</i>) e relacione com o tema da aula. Solicitamos que o aluno faça uma síntese do assunto. Segunda atividade: cada aluno traz uma questão resolvida para explicar sua solução para os colegas de turma.

Quadro 5 – Descrição aula 3

Aula	Descritivo
03	Tema: <u>Grupo Local de Estrelas e suas distâncias.</u> Finalidade pedagógica: compreender o Grupo Local de Estrelas e suas características. A abordagem do uso da Paralaxe para medição de distâncias astronômicas. Recursos: Datashow, mapa estelar ou programa astronômico para realização de simulação, recursos para registro. Material de Apoio enviado para estudo antes da aula: Figura 10 - Simulador de constelações  Fonte: Vascak (2013).

Quadro 5 – Descrição aula 3

Aula	Descritivo
03	Figura 11- Vídeo do Youtube canal Khan Academy Brasil  Fonte :https://www.youtube.com/watch?v=eIXjb4Sg9rQ Metodologia: Etapa 1 – Introdução: revisão conceitual e apresentação dos objetivos da aula, sua estrutura e desenvolvimento. Resolução em grupos de alguns exercícios e feedback das principais necessidades identificadas, reforçando e corrigindo conceitos de forma leve com o uso de recursos digitais do Datashow, sobretudo modelos. Etapa 2 – Grupo Local de Estrelas: apresentar o conceito e composição desse grupo, com seu papel astronômico; discussão de seus principais componentes, como se comportam e sua atividade (a exemplo de Andrômeda e Via Láctea); apresentar o que é a aglomeração galáctica. Etapa 3 – Paralaxe e a medição de distâncias: apresentação do conceito de Paralaxe, com a descrição de como é utilizada para medir distâncias astronômicas de objetos estelares e aglomerados – com reserva de tempo para simulação de cálculos. Etapa 4 – Prática: realização com os alunos de experimentos práticos ou de simulações digitais com uso de Paralaxe para cálculo de distâncias. Etapa 5 – Discussão das questões norteadoras: O que é o Grupo Local de Estrelas? Como é possível medir distâncias astronômicas pela paralaxe? Etapa 6 – Conclusão da aula: revisão dos principais tópicos e abertura para os assuntos subsequentes. Etapa 7 – Tarefa para casa: encaminhamento aos alunos de texto sobre Grupo Local de Estrelas, http://www.if.ufrgs.br/~fatima/fis2010/Aula1.pdf e o método da Paralaxe, http://astro.if.ufrgs.br/dist/dist.htm, solicitando uma síntese do tema para a aula seguinte

Quadro 6 – Descrição aula 4

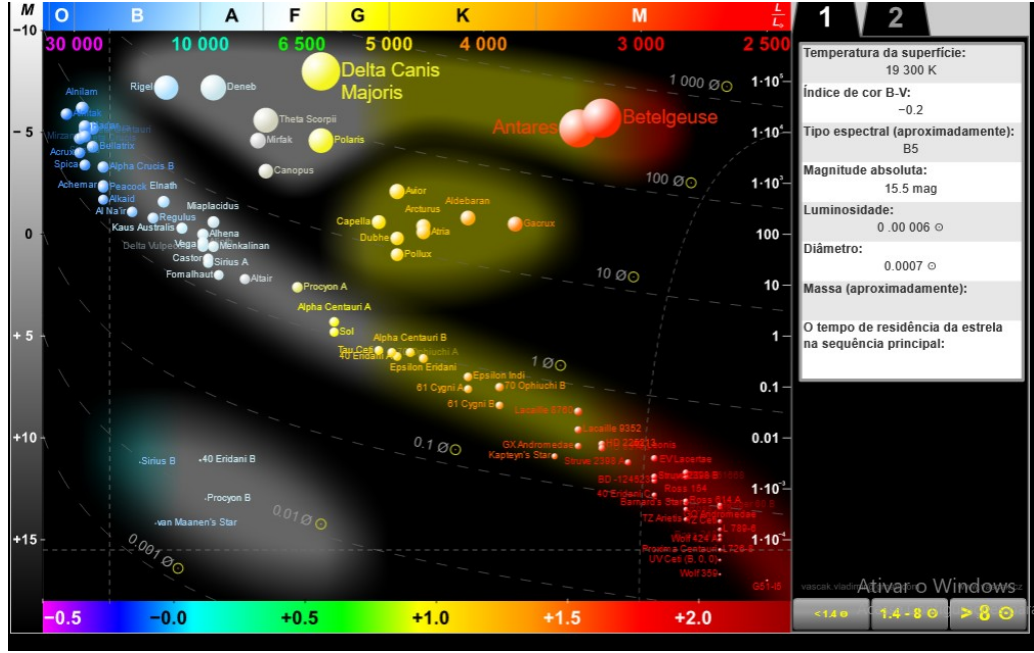
Aula	Descritivo
04	Tema: <u>Grupo Local de Estrelas e Suas Interações</u> Finalidade pedagógica: compreender como ocorrem e o que são as interações gravitacionais entre estrelas do Grupo Local; como as Cefeidas podem ser utilizadas para aferir distâncias astronômicas. Recursos: Datashow, simulador digital ou gráfico para compreensão do movimento no grupo estudado, recursos de anotação. Metodologia Etapa 1 – Revisão geral do conteúdo com apresentação do tema da aula e suas finalidades, bem como a coleta da tarefa de casa, seguido do feedback. Reforço de conceitos de medição da distância e seus métodos.

	Etapa 2 – Interações gravitacionais no Grupo Local de Estrelas: apresentação das interações que ocorrem entre os componentes do Grupo Local de Estrelas; abordagem do conceito de poço de gravidade e movimento estelar, com uso de simulação Física ou virtual do conceito. Etapa 3: Estrelas Variáveis Cefeidas e seu papel de Marcador de Distância: apresentação conceitual das estrelas Cefeidas e suas características distintivas, que as tornam aplicáveis à medição de distâncias; discussão sobre como a luminosidade variável se apresenta nessas estrelas; exemplos práticos de uso dessas estrelas. Etapa 4 – Prática: realização de cálculos de distâncias com o uso de Estrelas Cefeidas, de forma digital ou não, com a sala dividida em pequenos grupos para realização conjunta. Etapa 5 – Discussão das questões norteadoras: Quais as interações realizadas pelas estrelas do Grupo Local? Como as estrelas variáveis Cefeidas podem ser utilizadas para determinar distâncias? Etapa 6 – Conclusão da aula: revisão dos principais pontos e abertura para a aula seguinte, com ganchos de interesse. Etapa 7 – Tarefa para casa: solicitação de pesquisa livre individual acerca de interações gravitacionais nos sistemas estelares e o uso de Estrelas Cefeidas para cálculo de distâncias, sendo devolvido com uma síntese de, no mínimo, 15 linhas e um exercício resolvido selecionado pelo aluno.
--	--

Quadro 7 – Descrição aula 5

Aula	Descritivo
05	Tema: <u>Estrelas e Aglomerados Estelares</u>. Finalidade pedagógica: compreender os conceitos fundamentais relacionados ao ciclo de vida das estrelas; apresentar o conceito de aglomerados estelares e categorias. Recursos: Datashow, modelos digitais ou físicos de diferentes tipos de aglomerados e estrelas; recursos de anotação. Material de Apoio enviado para estudo antes da aula:

Quadro 7– Descrição aula 5

Aula	Descritivo
05	Figura 12- Simulador Hertzsprung-Russell  Fonte: Vascak (2013). Metodologia: Etapla 1- Introdução: revisão da aula anterior, feedback dos exercícios resolvidos e revisão dos principais pontos. Apresentação da aula presente e suas finalidades. Etapla 2 – Estrelas: discutir o ciclo de vida estelar, apresentar os processos de formação das estrelas (nebulosas ao fim de vida estelar), tipos de estrelas com uso de modelos. Etapla 3 – Aglomerados Estelares: conceito desses aglomerados e seu papel astronômico; suas principais categorias (abertos e globulares) e formas de localização no Universo. Etapla 4 – Prática: dividir a sala em grupos e solicitar a análise de diferentes tipos de modelos de estrelas e aglomerados, com discussão conjunta dos resultados e resoluções. Etapla 5 – Discussão das questões norteadoras: Como podem ser compreendidos os aglomerados estelares? Como as estrelas se formam, nascem e morrem? Quais seus principais tipos? Etapla 6 – Conclusão da aula: revisão dos principais tópicos tratados e elementos de interesse para o tema seguinte, a nossa galáxia (Via Láctea).

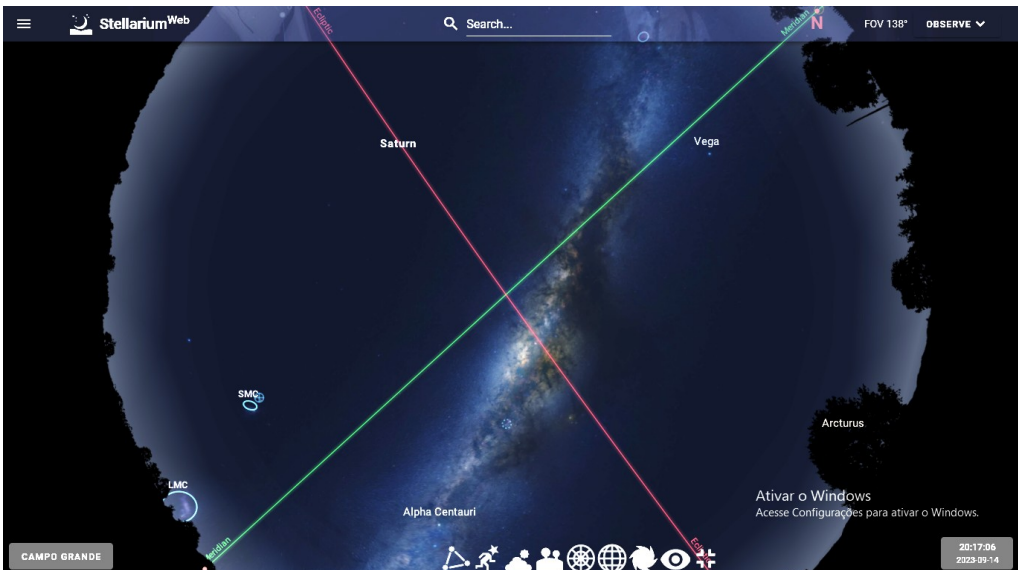
Quadro 8 – Descrição aula 6

Aula	Descritivo
06	Tema: <u>Via Láctea e Escalas Astronômicas</u> Finalidade pedagógica: compreender como a Via Láctea se estrutura; Um modelo em escala do Sistema Solar, que respeite os tamanhos e as distâncias entre os planetas e o Sol. Manipulação em grupo sobre as distâncias astronômicas. Identificar a estrutura da nossa galáxia.

Quadro 8 – Descrição aula 6

Aula	Descritivo																																													
06	Figura 13 – Valores adicionais <table><thead><tr><th colspan="3">Outros valores interessantes</th></tr><tr><th></th><th>Valor real</th><th>Valor no modelo</th></tr></thead><tbody><tr><td>Velocidade da luz</td><td>299.792 km/s</td><td> mm/s</td></tr><tr><td>Ano-luz*</td><td>9,46051 × 10¹² km</td><td> km</td></tr></tbody></table> * O ano-luz é uma medida de distância (a distância percorrida pela luz em 1 ano). <table><thead><tr><th colspan="3">Distâncias na galáxia</th></tr><tr><th></th><th>Distância real*</th><th>Valor no modelo</th></tr></thead><tbody><tr><td>Até Próxima Centauri</td><td>4,04 × 10¹³ km</td><td> km</td></tr><tr><td>Até Sírius</td><td>8,17 × 10¹³ km</td><td> km</td></tr><tr><td>Até Antares</td><td>5,68 × 10¹⁵ km</td><td> km</td></tr><tr><td>Até o centro da Via Láctea</td><td>2,62 × 10¹⁷ km</td><td> km</td></tr></tbody></table> * Aproximada (convertida a partir da distância em anos-luz) <table><thead><tr><th colspan="3">Tamanhos de estrelas</th></tr><tr><th></th><th>Raio verdadeiro*</th><th>Valor no modelo</th></tr></thead><tbody><tr><td>Próxima Centauri (Anã vermelha, variável)</td><td>100.900 km</td><td> mm</td></tr><tr><td>Sírius (Seqüência principal)</td><td>1.200.000 km</td><td> cm</td></tr><tr><td>Sírius B (Anã branca)</td><td>14.000 km</td><td> mm</td></tr></tbody></table> Fonte: Zênite (2008, <i>online</i>). Texto de apoio: Outras informações da calculadora poderão ser úteis para ilustração. Por exemplo, se o Sol tivesse 1,5 m de diâmetro (1.500 mm), Netuno ficaria a quase 5 km de distância (a calculadora fornece 4.849,378 m). Nessa mesma escala, a estrela mais próxima do Sol, Próxima Centauri, ficaria a mais de 43 mil km, enquanto a gigante Antares, de Escorpião, teria mais de 400 m de diâmetro. A calculadora ainda mostraria incríveis 61.172.929 km de distância de Antares até nós. Preste atenção neste número, são mais de 61 milhões de quilômetros – quase a distância entre a órbita da Terra e a órbita de Marte. É claro que não há como representar tal distância na prática. Na verdade fica difícil somente imaginá-la, mas essa também é a ideia de nossa astro-escala: fazer-nos refletir sobre nós mesmos, compreendendo melhor as dimensões no Universo, onde a maior parte de tudo é simplesmente o nada. Fonte: COSTA, J. R. V. Astro-escala. Astronomia no Zênite, set 2008. Disponível em: https://www.zenite.nu/astro-escala. Acesso em: 10 nov. 2023. Recursos: Datashow, imagens de galáxias diversas e da Via Láctea e recursos de anotação. Material de Apoio enviado para estudo após a aula: Figura 14 – Representação visual do céu Fonte:Stellarium (2020, <i>online</i>).	Outros valores interessantes				Valor real	Valor no modelo	Velocidade da luz	299.792 km/s	mm/s	Ano-luz*	9,46051 × 10 ¹² km	km	Distâncias na galáxia				Distância real*	Valor no modelo	Até Próxima Centauri	4,04 × 10 ¹³ km	km	Até Sírius	8,17 × 10 ¹³ km	km	Até Antares	5,68 × 10 ¹⁵ km	km	Até o centro da Via Láctea	2,62 × 10 ¹⁷ km	km	Tamanhos de estrelas				Raio verdadeiro*	Valor no modelo	Próxima Centauri (Anã vermelha, variável)	100.900 km	mm	Sírius (Seqüência principal)	1.200.000 km	cm	Sírius B (Anã branca)	14.000 km	mm
Outros valores interessantes																																														
	Valor real	Valor no modelo																																												
Velocidade da luz	299.792 km/s	mm/s																																												
Ano-luz*	9,46051 × 10 ¹² km	km																																												
Distâncias na galáxia																																														
	Distância real*	Valor no modelo																																												
Até Próxima Centauri	4,04 × 10 ¹³ km	km																																												
Até Sírius	8,17 × 10 ¹³ km	km																																												
Até Antares	5,68 × 10 ¹⁵ km	km																																												
Até o centro da Via Láctea	2,62 × 10 ¹⁷ km	km																																												
Tamanhos de estrelas																																														
	Raio verdadeiro*	Valor no modelo																																												
Próxima Centauri (Anã vermelha, variável)	100.900 km	mm																																												
Sírius (Seqüência principal)	1.200.000 km	cm																																												
Sírius B (Anã branca)	14.000 km	mm																																												

Quadro 8 – Descrição aula 6

Aula	Descritivo
06	Figura 15 – Representação visual da Via Láctea no céu  Fonte: Stellarium (2020, <i>online</i>). Metodologia: Etapa 1 - Introdução: revisão da aula anterior, feedback dos exercícios nos pontos de necessidade e abertura das finalidades e interesses da aula de desfecho. Etapa 2 – A Via Láctea: com uso de modelo físico ou digital, apresentar a estrutura da Via Láctea (bojo, disco e halo); discussão dos elementos de composição da Via Láctea (seus aglomerados estelares, as estrelas, os componentes gerais e a matéria escura) e apresentação de qual o lugar do Sistema Solar na Via Láctea. Etapa 3 – As Supernovas Tipo Ia e o cálculo de distâncias: caracterização dessas estrelas para os alunos; abordagem do conceito e aplicação da luminosidade presente para cálculo de distâncias e o papel do conhecimento das distâncias tratadas para a Cosmologia; Etapa 4 – Prática: com a sala dividida em grupo, realizar a resolução de exercícios com o cálculo de distâncias e uso de modelos ou simulações digitais em conjunto. Etapa 5 – Discussão das questões norteadoras: Como e de que maneira é formada e organizada a Via Láctea? Por que é possível utilizar Supernovas Tipo Ia para medir as distâncias astronômicas? Etapa 6 – Conclusão: revisão geral dos conteúdos e da abordagem da última aula, para a compreensão do Universo e lugar do Planeta Terra nele. Avaliação do trabalho: participação na aula, dimensão geral de contribuição na sequência e nível de compreensão.

Fonte: o autor (2023).

4.2 Coleta de dados

Esta SD foi aplicada no ano de 2023 e direcionada a 12 estudantes concluintes do Ensino Médio, com idades entre 15 e 19 anos, provenientes de diversas escolas públicas na cidade de Campo Grande - MS. Os alunos participaram do cursinho preparatório para o vestibular oferecido pelo Instituto Causadores da Alegria, um grupo filantrópico. O curso noturno foi projetado considerando que os estudantes geralmente trabalham durante o dia e

estudam à noite, o que resultou em algumas faltas durante a aplicação da sequência. Em média, havia cerca de 10 alunos presentes em cada encontro.

Figura 16 – Primeiro encontro para tratar de Astronomia



Fonte: o autor (2023).

A partir dos dados obtidos na página do instituto mencionado (www.causadoresdaalegria.org), o Instituto Causadores da Alegria foi fundado em 2013 por um grupo de amigos com o objetivo de levar alegria à sociedade. Ao longo de sua existência, o instituto acumulou anos de sorrisos e histórias de felicidade, auxiliando a sociedade e pessoas em situação de vulnerabilidade. O instituto acredita que o trabalho social é essencial para promover a solidariedade em um mundo com tantos desafios. O instituto é 100% voluntário e todos os recursos arrecadados são revertidos para ajudar pessoas em situação de vulnerabilidade, por meio de cursos preparatórios para o vestibular, distribuição de alimentos, brinquedos e, até mesmo, proporcionando momentos de esperança.

Assim, o Instituto Causadores da Alegria tem atualmente mais de 134 voluntários, mais de 154 ações realizadas em Campo Grande - MS e região, e cerca de 51 mil pessoas foram atendidas, com mais de 145 toneladas de alimentos doados. Sua missão é amparar o maior número de pessoas que se encontram em situação de vulnerabilidade. A visão do Instituto Causadores da Alegria é ser referência entre as instituições sul-mato-grossenses que desenvolvem e disseminam práticas que contribuem com o aspecto ético e social. Seus valores contemplam: solidariedade, fraternidade, esperança, transparência, colaboração, parceria e respeito.

Na realização do trabalho de pesquisa, durante o primeiro encontro, foi aplicado um questionário para analisar o ponto inicial da SD, sobre o estudo em Astronomia. As aulas favoreceram o formato *blended learning*, uma metodologia ativa que incorpora elementos presenciais e online. *Blended learning* é descrito como um método de ensino que combina períodos de estudo autônomo online com aulas presenciais, onde há interação entre os alunos e o professor. O material foi escolhido especificamente para cada aula, de forma muito criteriosa. É fundamental que a participação em sala de aula seja acompanhada pelo professor, promovendo o envolvimento entre os alunos e servindo como um complemento às aulas virtuais. Isso resultará em um ensino mais eficaz, cativante e adaptado às necessidades individuais.

Em quase todos os encontros, foram disponibilizados materiais digitais para estudo extra sala de aula, que serviram como base ou reforço para os assuntos abordados nos encontros presenciais e para a discussão de dúvidas que pudessem surgir. Em cada encontro presencial, foi aplicado um questionário para avaliar a efetividade da SD e o progresso no aprendizado. Dessa forma, foi possível planejar os procedimentos a serem adotados durante a realização do trabalho, visando oferecer ensino significativo e de qualidade.

Figura 17 – Turma iniciando a atividade de pesquisa



Fonte: o autor (2023)

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Relato de aplicação

A seguir, iremos apresentar os relatos dos participantes da Atividade 1. Por motivo de proteção dos jovens participantes, eles não foram identificados. Suas respostas foram identificadas por meio da numeração, o participante “fulano” teve sua resposta identificada como Resposta 1, o “ciclano” pela Resposta 2, assim sucessivamente até o final dos relatos (Quadro 9).

Quadro 9 – Retorno dos estudantes (Atividade 1)

1) Você já aprendeu ou ouviu falar sobre Astronomia?

Resposta 1: não respondeu.

Resposta 2: não respondeu. Resposta 3: não respondeu.

Resposta 4: Signos, planetas, galáxias. Resposta 5: Estudo do universo.

Resposta 6: Sobre galáxias, astros e planetas. Resposta 7: Sim.

Resposta 8: Não respondeu.

2) Você conhece alguma(s) Estrela pelo nome?

Resposta 1: Três Maria, Sol.

Resposta 2: Sol, Três Marias. Resposta 3: As Três Marias, Sol. Resposta 4: As 3 Marias, Sol.

Resposta 5: Sol.

Resposta 6: Sol, Três Marias.

Resposta 7: O Sol, a estrela do nosso sistema, uma gigante amarela. Alpha Centauri, segunda estrela mais próxima.

Resposta 8: Sol.

3) Quais planetas do Sistema Solar você conhece? Diga os nomes e, se possível, alguma característica.

Resposta 1: Mercúrio, temperatura alta para a parte virada para o Sol, e outra parte muito fria, porque não tem atmosfera; Vênus, planeta com maior temperatura do sistema solar.

Resposta 2: Terra, planeta onde vivemos; Marte, planeta vermelho, que tem atmosfera concentrada em CO₂; Saturno, planeta gasoso, com anéis; Júpiter, planeta gasoso com uma pressão enorme.

Resposta 3: Netuno, um dos planetas mais frios; Urano, um dos planetas mais frios também. Resposta 2: Marte, Vênus, Terra, Netuno, Urano, Júpiter, Saturno e Mercúrio. Resposta 3: Terra, Saturno, Júpiter, Marte, Vênus, Urano e Mercúrio.

Resposta 4: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Netuno. Resposta 5: Urano, Jupiter, Saturno, Marte, Terra, Vênus, Mercúrio.

Resposta 6: Saturno, Vênus, planeta Terra, Marte, Mercúrio.

Resposta 7: Mais próximo ao sol, mais quente do sistema, “planeta água”, é avermelhado por conta do ferro, maior planeta do sistema, rodeado de anéis gigantes, gasoso e gelado, planeta mais distante.

Resposta 8: Terra, Júpiter, Marte, Saturno, Mercúrio, Urano e Vênus.

4) Nosso sistema solar fica em qual local do Universo?

Resposta 1: em um aglomerado de galáxias, mais especificamente na Via Láctea.

Resposta 2: Via Láctea?

Resposta 3: Não respondeu.

Resposta 4: Via Láctea.

Resposta 5: Não respondeu.

Resposta 6: Via Láctea.

Resposta 7: Não respondeu.

Resposta 8: Via Láctea.

5) O que é Via Láctea?

- Resposta 1: A galáxia onde vivemos.
 Resposta 2: Não respondeu.
 Resposta 3: Não respondeu.
 Resposta 4: Galáxia.
 Resposta 5: Nosso Universo.
 Resposta 6: Não respondeu.
 Resposta 7: Não respondeu.
 Resposta 8: Não respondeu.

6) Quais as unidades de distância entre estrelas e planetas? Qual o tamanho do nosso sistema solar?

- Resposta 1: Anos-luz. Não sei.
 Resposta 2: Anos-luz?
 Resposta 3: Não respondeu.
 Resposta 4: Não respondeu.
 Resposta 5: Anos-luz.
 Resposta 6: Não sei.
 Resposta 7: Mais de 10 unidades astronômicas.
 Resposta 8: Não respondeu.

7) Qual a Estrela mais próxima da Terra? Resposta 1: Sol.

- Resposta 2: Sol.
 Resposta 3: Sol.
 Resposta 4: Sol.
 Resposta 5: Sol.
 Resposta 6: Sol.
 Resposta 7: Não respondeu.
 Resposta 8: Sol.

8) Você conhece alguma constelação ou algum objeto estelar no céu noturno?

- Resposta 1: 3 Marias.
 Resposta 2: Touro, Virgem, Peixe, Capricórnio, Sagitário, Gêmeos, Aquário, Áries, Escorpião, Leão, Libra, Câncer.
 Resposta 3: Virgem, leão, aquário, Sagitário, gêmeos, áries, touro, peixe, câncer, áries, escorpião e libra.
 Resposta 4: Três Marias.
 Resposta 5: Três Marias. Resposta 6: Cruzeiro.
 Resposta 7: Órion, os 12 signos das 12 constelações, Ursa Maior, Ursa Menor e o Cruzeiro do Sul.
 Resposta 8: Touro, peixes, sagitário, virgem, capricórnio, gêmeos, aquário, áries e leão.

9) Qual o significado da palavra Universo? Como você compreende?

- Resposta 1: Eu entendo como uma união de matéria em expansão.
 Resposta 2: Não respondeu.
 Resposta 3: Não respondeu.
 Resposta 4: Sistema solar, galáxia.
 Resposta 5: Não respondeu.
 Resposta 6: Não respondeu.
 Resposta 7: Não sei, sei que de acordo com a teoria da relatividade geral, o universo possui quatro dimensões, três dimensões e uma que é o tempo. Sei que o universo é finito, mas em constante expansão, sei que a radiação de fundo prova que houve o Big Bang, e que o universo possui mais vazios do que imaginamos.
 Resposta 8: Não respondeu.

Este primeiro questionário foi adotado para identificar quais fundamentos astronômicos os participantes conhecem. Em um total de oito alunos participantes, cinco não responderam ou apresentaram muito pouco conhecimento sobre o assunto. No entanto, três dos oito apresentaram conhecimentos básicos sobre aspectos gerais do tema, como “signos”,

planetas, galáxias e o estudo do Universo. Em relação ao conhecimento sobre estrelas, sete das oito respostas mencionaram o Sol e as Três Marias, apesar de as Três Marias não serem exatamente uma estrela.

Uma das oito respostas indicou um possível conhecimento à frente dos demais, pois incluiu informações adicionais como Alpha Centauri entre outros. Quanto ao conhecimento sobre os planetas do Sistema Solar, cinco das oito respostas listaram todos os planetas do Sistema, mas apenas uma das oito respostas apresentou detalhes relacionados aos planetas mencionados. Assim, o conhecimento parcial foi evidenciado em duas das oito respostas, com menção parcial de alguns planetas, mas sem detalhamento sobre sua composição ou características.

Na pergunta sobre a localização do Sistema Solar, cinco das oito respostas identificaram de forma adequada a Via Láctea, mas três das oito não responderam a essa pergunta. Em relação à compreensão da Via Láctea, duas das oito respostas a identificaram como uma galáxia, enquanto cinco das oito não responderam a essa questão. Além disso, uma das oito respostas descreveu de forma equivocada a Via Láctea, chamando-a de "nosso Universo". Sobre as unidades de distância e tamanho do Sistema Solar, quatro das oito respostas mencionaram anos-luz como uma unidade de medida. Seis das oito respostas afirmaram que não sabem o tamanho do Sistema Solar ou não responderam a essa questão. No entanto, apenas uma das oito respostas mencionou um tamanho específico, dizendo "mais de 10 unidades astronômicas".

Na pergunta sobre qual a estrela mais próxima da Terra, sete das oito respostas identificaram corretamente o Sol e uma das oito não respondeu a essa pergunta. Em relação ao conhecimento de constelações, três das oito respostas mencionaram apenas as Três Marias. Quatro das oito mencionaram diferentes constelações, demonstrando conhecimento variado e, apenas uma mencionou uma constelação específica, que foi Orion, Ursa Maior e Menor e o Cruzeiro do Sul. Por fim, em relação ao entendimento do Universo, duas das oito respostas detalharam de forma mais ampla o tema, uma delas trouxe a Teoria da Relatividade Geral e outra mencionou o Universo como resultado da união da matéria em expansão.

Duas das oito respostas deram respostas gerais sobre o Sistema Solar e cinco das oito não responderam a essa questão. A primeira atividade revelou que, entre os alunos, o conhecimento sobre Astronomia é básico e/ou restrito e variado, portanto inicial e limitado. Os conceitos mais amplamente conhecidos são aqueles que são mais difundidos popularmente, como Três Marias e o Sol. No entanto, para conceitos mais complexos, há um conhecimento limitado ou desconhecimento total. Outro ponto interessante a ser observado é

que existe uma grande discrepância entre a familiaridade com os conceitos básicos do Sistema Solar e o entendimento de conceitos astronômicos avançados.

Na Atividade 2, sete alunos participaram da sua aplicação, e as perguntas e respostas foram condensadas no Quadro 10:

Quadro 10 – Retorno dos estudantes (Atividade 2)

1) Saber dizer como os planetas se movimentam no espaço?

Resposta 1: Os astros estão em constante movimento. A Terra, por exemplo, roda ao redor do próprio eixo, como também gira ao redor do Sol, que possui mais massa por conta da distorção do tecido espacial. Paralelamente, o sistema solar gira ao redor do centro da Via Láctea. A Via Láctea não gira, mas se movimenta para o além.

Resposta 2: Quando um corpo celeste possui uma com menor massa no sistema solar, o com menor massa ou órbita. Assim acontece no sistema solar, ao Sol exercer uma gravidade maior, os planetas entram em uma órbita, que mantém o movimento de nuvens de partículas que formam o sistema solar e mantém uma órbita estável, nomeada de translação. Recorrente a isso, acontece outro fenômeno que é quando os planetas giram em torno do seu próprio eixo, tal fenômeno é nomeado rotação.

Resposta 3: Os planetas giram em torno do Sol em órbitas elípticas. A Terra, como por exemplo, realiza diversos como movimentos como a rotação e a translação.

Resposta 4: Se movem pois a estrela no centro do nosso sistema solar tem uma massa muito grande. Os planetas são atraídos por essa massa gravitacional, mas eles não são atraídos diretamente. Cada planeta está em uma distância considerada (estas em quase infinito).

Resposta 5: Os planetas desenham no céu órbitas, parecidas com círculos, um pouco achatados. Resposta 6: Se movem em forma de órbita, que são formadas por campos gravitacionais.

Resposta 7: Os planetas orbitam ou giram em torno do Sol, e essa organização se move ao redor da galáxia.

2) O que você conhece sobre o Sistema Solar?

Resposta 1: Tem 7 planetas, 4 rochosos e 3 gasosos, antigamente havia o Plutão.

Resposta 2: Atualmente, o sistema solar é composto por oito planetas, sendo: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno. Todos os oito planetas possuem um tempo de translação e rotação mais rápido que Netuno, devido a ter uma órbita mais próxima do Sol e sofrendo mais da gravidade do mesmo.

Resposta 3: Tem oito planetas no Sistema Solar: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno. Além de planetas, o Sistema Solar é composto pelos demais corpos celestes que se movem no campo gravitacional da estrela, como os asteroides, satélites, meteoros, cometas etc. O Sistema Solar está localizado na Via Láctea.

Resposta 4: O Sistema Solar é um dos sistemas que existem em nossa galáxia. Vários corpos celestes em volta do Sol se movem, pois a galáxia está se movimentando também.

Resposta 5: É formado por oito planetas que orbitam o Sol.

Resposta 6: A sua possível origem, como ela funciona e sua localização.

Resposta 7: Que o sistema solar é uma estrutura astronômica formada por oito planetas. Esses planetas são: Terra, Mercúrio, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.

3) Como ocorre o movimento dos planetas ao redor do Sol? E por quê?

Resposta 1: não respondeu.

Resposta 2: O Sol exerce uma gravidade que faz com que os corpos que tenham uma gravidade menor orbitem em uma órbita estável.

Resposta 3: apresentou resposta apenas em um gráfico, de modo satisfatório.

Resposta 4: Todos os planetas orbitam o Sol, por causa da sua massa extremamente grande, esta é quase infinita.

Resposta 5: Os planetas orbitam ou giram em torno do Sol, e toda essa organização se move ao redor da galáxia, como uma unidade, com inclinação de 60 graus.

Resposta 6: Todos os planetas possuem características e comportamentos únicos, porém, afetando todos os outros.

Resposta 7: Orbitam em volta do centro da nossa galáxia, um eixo em espiral com 200 bilhões de estrelas, que chamamos de Via Láctea.

Fonte: Autor (2023).

A respeito do movimento dos planetas e do entendimento dos movimentos astronômicos, quatro das sete respostas indicaram rotação, translação e o movimento do Sistema Solar na galáxia de forma acertada. Sobre o conhecimento básico de órbitas planetárias, duas das sete respostas indicaram a presença desse domínio, principalmente em relação às órbitas planetárias ao redor do Sol. No entanto, somente uma das sete respostas mencionou a influência que a massa e a gravidade do Sol têm na distância dos planetas.

Quanto ao conhecimento sobre o Sistema Solar, essa atividade mostrou que cinco entre sete respostas foram capazes de listar corretamente os oito planetas, além de mencionar outros corpos celestes em suas apresentações. Uma das sete respostas cometeu um erro na contagem dos planetas, afirmando que são apenas sete, enquanto uma das oito respostas apresentou uma visão geral ou conhecimento genérico não específico sobre o tema. Em relação ao funcionamento do Sistema Solar, especificamente no entendimento da gravidade e das órbitas, três das seis respostas foram capazes de destacar o papel da gravidade do Sol na definição das órbitas dos planetas, e uma das seis respostas apresentou exclusivamente uma resposta gráfica a esse requisito. Uma das respostas foi apresentada de forma holística e interconexa, ou seja, abordou de maneira ampla e difusa as características e comportamentos dos planetas. Quanto ao movimento na galáxia, uma das seis respostas descreveu de forma satisfatória o movimento do Sistema Solar em relação à Via Láctea, e uma das sete respostas optou por não responder ao questionamento.

Figura 18 – Primeira atividade da turma em grupo



Fonte: o autor (2023).

Novamente, as respostas mostraram a presença de um conhecimento básico sobre órbitas dos planetas, com alguns estudantes evidenciando um entendimento mais profundo do tema, por meio de detalhes sobre os movimentos no interior da galáxia. Ainda, os relatos apresentaram recorrentes imprecisões, como erros relacionados ao número de planetas, o que sugere que esse tipo de informação está associado a um conhecimento básico do tema, destacando que há detalhes no conteúdo e em seu desenvolvimento que são desconhecidos ou tiveram um desenvolvimento precário para a qualidade resultante da aprendizagem.

A Atividade 3 teve o objetivo de identificar o conhecimento básico de dinâmica, e segue a síntese no Quadro 11.

Quadro 11 – Retorno dos estudantes (Atividade 3)

1) Qual a primeira Lei de Newton? Cite exemplos.

Resposta 1: Princípio da inércia. Isso significa que um objeto em repouso ou movimento retilíneo uniforme tende a permanecer nesse estado se a força resultante sobre ele é nula. Exemplo: quando estamos dentro de um ônibus em pé, o mesmo freia bruscamente e somos atirados para a frente.

Resposta 2: Princípio da Inércia. Quando o ônibus arranca a partir do repouso, os passageiros tendem a deslocar-se para trás. Da mesma forma, quando o ônibus já em movimento freia, os passageiros deslocaram-se para frente.

Resposta 3: é o princípio da inércia, que seria um objeto em repouso ou em movimento retilíneo uniforme tende a permanecer nesse estado se a força resultante sobre ele é nula

Resposta 4: princípio da inércia. Um objeto em repouso ou movimento retilíneo uniforme tende a permanecer nesse estado se a força resultante sobre ele é nula.

Resposta 5: primeira lei de Newton, princípio da inércia. O corpo persiste em seu estado de repouso ou movimento retilíneo uniforme. O princípio da inércia pode ser observado em várias situações como movimentos de um ônibus, como mostra a simulação a seguir.

Resposta 6: um objeto ou movimento retilíneo uniforme tende a permanecer nesse estado até a força resultante sobre ele é nula. Exemplo: ônibus.

Resposta 7: princípio da inércia: isso significa que um objeto em repouso ou movimento retilíneo uniforme tende a permanecer nesse estado se a força resultante sobre ele é nula.

Resposta 8: Princípio da inércia. Quando estamos dentro de um ônibus em pé e o mesmo freia bruscamente, somos atirados para a frente. ($F=ma$).

Resposta 9: Princípio da inércia, isto significa que um objeto em repouso ou movimento retilíneo uniforme tende a permanecer nesse estado, se a força resultante sobre ele é nula. O princípio de inércia pode ser percebido em várias situações, como no movimento de um ônibus, quando o carro vai fazer uma curva.

2) Qual a segunda Lei de Newton? Cite exemplos.

Resposta 1: Princípio fundamental da dinâmica. Afirma que a força resultante que atua sobre o corpo é igual ao produto de sua massa pela aceleração.

Resposta 2: princípio fundamental da dinâmica. Por exemplo, quando empurramos um objeto fazendo força sobre ele a fim de movê-lo.

Resposta 3: ela determina que a força resultante sobre um corpo equivale ao produto da massa do corpo pela sua aceleração.

Resposta 4: princípio fundamental da dinâmica: a força resultante é igual ao produto da massa pela aceleração. Para ver a aceleração e o corpo alterar sua velocidade é preciso que a soma das forças que atuam sobre ele, ou seja a força resultante não seja nula.

Resposta 5: Segunda a lei de Newton, força. Em nosso cotidiano encontramos diversos casos da segunda lei

de Newton em ação. Por exemplo, quando empurramos um objeto fazemos força sobre ele a fim de movê-lo.

Resposta 6: dinâmica ponto a força resultante que atua sobre um corpo é igual ao produto de sua massa pela aceleração. Empurrar um Ursinho.

Resposta 7: o princípio fundamental da dinâmica. Se um corpo estiver sujeito a uma força resultante diferente de zero, ele apresentará uma aceleração no sentido dessa força resultante final.

Resposta 8: Quanto maior é a força, maior será a aceleração adquirida pela bola. Quando empurramos um objetivo. Princípio fundamental da aceleração.

Resposta 9: Princípio fundamental da dinâmica. Afirma que a força resultante que atua sobre um corpo é igual ao produto de sua massa pela aceleração. Exemplo: quando empurramos um objeto, fazemos força sobre ele a fim de movê-lo. Quanto mais massa tiver esse objetivo, maior será a força empregada sobre ele. Pessoa movendo um grande tapete, empregando força sobre ele.

3) Qual a terceira Lei de Newton? Cite exemplos.

Resposta 1: ação e reação. Afirma que, para toda força de ação que é aplicada a um corpo surge uma força de reação em um corpo diferente.

Resposta 2: ação e reação. Por exemplo, ao disparar um tiro atirador impulsionado em sentido contrário da bala por uma força de reação aos disparos.

Resposta 3: essa é a lei da ação e reação afirma que para toda a força de ação que é aplicada a um corpo surge uma força de reação em um corpo diferente.

Resposta 4: Lei da ação e reação: para toda a força de ação que é aplicada a um corpo surge uma força de reação em um corpo diferente. Essa força de reação tem a mesma intensidade da força de ação, e atua na mesma direção mas com sentido oposto.

Resposta 5: a terceira lei de Newton, conhecida como lei de ação e reação final quando andamos empurramos o chão para trás e o chão nos empurra para frente.

Resposta 6: ação e reação. Para toda a força de ação aplicada a um corpo surge uma força de reação em um corpo diferente. Exemplo disso: disparo de uma arma de fogo.

Resposta 7: lei da ação e reação: caso um corpo A aplique uma força sobre um corpo B, o corpo B produzirá sobre a uma força de reação. Ela sempre tem a mesma intensidade e atuam na mesma direção, no entanto apontam para sentidos opostos.

Resposta 8: Ação e reação: ao empurrarmos um carro, exercemos uma força sobre o carro ($F_a = F_b$).

Resposta 9: Ação e reação, força em ação e, portanto, em reação. Exemplo: ao disparar um tiro, o atirador é impulsionado em sentido contrário da bala por uma força de reação ao disparo. Na colisão entre um carro e um caminhão, ambos recebem a ação de forças de mesma intensidade e sentido contrário.

4) Qual a diferença entre equilíbrio estático ou dinâmico?

Resposta 1: Equilíbrio estático quando o corpo em equilíbrio está em repouso. Equilíbrio dinâmico: quando o corpo está em movimento uniforme, ou seja, com velocidade constante.

Resposta 2: Estático: quando o objeto está em repouso. Dinâmico: quando o corpo está em movimento retilíneo uniforme.

Resposta 3: estático: quando o corpo está em repouso. Dinâmico: quando o corpo está em movimento uniforme.

Resposta 4: equilíbrio estático: quando o corpo está em repouso. Equilíbrio dinâmico: quando o corpo está em movimento de forme, ou seja constante.

Resposta 5: equilíbrio estático: quando o objeto está em repouso. Equilíbrio dinâmico: quando o corpo está em movimento retilíneo uniforme.

Resposta 6: estático: quando o objeto está em repouso. Dinâmico dos pontos quando o corpo está em movimento retilíneo uniforme.

Resposta 7: equilíbrio estático: quando o corpo em equilíbrio está em repouso. Equilíbrio dinâmico quando o corpo está em movimento uniforme ou seja com velocidade constante final.

Resposta 8: Estático é quando ele está parado e o dinâmico que a velocidade se mantém.

Resposta 9: Equilíbrio estático: quando o corpo em equilíbrio está em repouso. Equilíbrio dinâmico: quando o corpo está em movimento uniforme, ou seja, com velocidade constante.

5) O que é inércia?

Resposta 1: Resistência que a matéria oferece à aceleração.

Resposta 2: é a propriedade de todo e qualquer corpo que faz com que ele permaneça parado em Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), exceto se alguma força atuar sobre ele.

Resposta 3: A resistência que a matéria oferece é a aceleração.

Resposta 4: é a propriedade de toda e qualquer corpo que faz com que ele permaneça parado em MRU. Quando um corpo freia bruscamente os corpos dentro deles são lançados para frente, isso ocorre porque o corpo humano tende a ficar inércia enquanto o veículo está em movimento retilíneo (aceleração nula).

Resposta 5: é a propriedade de toda e qualquer corpo que faz com que ele permaneça parado ou em MRU exceto se alguma força atuar sobre ele.

Resposta 6: Propriedade geral da matéria.

Resposta 7: é a propriedade de toda e qualquer corpo que faz com que ele permaneça parado ou em MRU exceto se alguma força atuar sobre ele.

Resposta 8: É quando qualquer corpo se encontra parado, exceto quando alguma força atua sobre ele.

Resposta 9: Resistência que a matéria oferece à aceleração. É a propriedade de todo e qualquer corpo que faz com que ele permaneça parado em MRU, exceto se alguma força atua sobre ele.

Quanto à 1ª Lei de Newton, todas as respostas apresentaram conhecimento básico sobre o princípio da inércia. Em alguns casos, os exemplos relevantes do cotidiano, como uma freada brusca, foram utilizados para ilustrar o conceito. Em relação à 2ª Lei de Newton, oito das nove respostas descreveram corretamente o Princípio Fundamental da Dinâmica. Além disso, exemplos práticos e tangíveis foram fornecidos para ilustrar a lei, como empurrar um objeto. No entanto, uma resposta revelou confusão conceitual em relação ao tema.

No que diz respeito à 3ª Lei de Newton, oito das nove respostas abordaram adequadamente a Lei da Ação e Reação, oferecendo exemplos compreensíveis e objetivos, como o disparo de uma arma. Apenas uma resposta não apresentou clareza nesse aspecto, indicando um entendimento limitado das leis de Newton em sua descrição.

No contexto do equilíbrio estático e dinâmico, oito das nove respostas demonstraram uma concepção e descrição corretas do que é o equilíbrio estático e dinâmico, fornecendo exemplos suficientes para a compreensão da diferença entre eles. Apenas uma resposta mostrou falta de entendimento do conceito e dificuldade em diferenciar esses termos. Quanto à inércia, todas as respostas evidenciaram clareza na compreensão do conceito e de sua relação com a aceleração, embora algumas tenham sido mais específicas e detalhadas do que outras, de acordo com o estilo de escrita do estudante.

A partir da análise das respostas, foi possível perceber que os estudantes apresentaram uma compreensão consistente dos conceitos fundamentais relacionados às Leis de Newton, com um embasamento inicial no conteúdo. No entanto, as respostas inconsistentes destacam a importância de fornecer exemplos mais detalhados dos conceitos, a fim de estabelecer uma compreensão mais clara. O uso de uma variedade maior de exemplos práticos pode ajudar a resolver essa questão.

A atividade 4 é apresentada no Quadro 12.

Quadro 12 – Retorno dos estudantes (Atividade 4)

- 1) O que significa cada termo da equação de Gravitação Universal?
 Resposta 1: F força, G constante da gravidade, $m_1.m_2$ (distância de 1 e 2).
 Resposta 2: F é a força da atração gravitacional que o planeta faz com o objeto; m_1 é a massa do objeto 1, g é a aceleração gravitacional. M_2 é a massa do objeto 2, r é a distância entre os centros das massas.
 Resposta 3: Lei das órbitas das áreas dos períodos. Se dois corpos possuem massa, eles sofrem a ação de uma força atrativa proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional à sua distância. Quando uma maçã cai da árvore.
 Resposta 4: F é a força de atração gravitacional que o planeta faz com a [?]. M é a massa do objeto. G é a aceleração gravitacional, que próxima a superfície terrestre tem valor de $9,82 \text{ m/s}^2$.
 Resposta 5: não respondeu.
 Resposta 6: não respondeu.
 Resposta 7: F força, G constante gravitacional, m_1 e m_2 massa do objeto.
 Resposta 8: F força, G constante gravitacional, M_1 massa do objeto 1, M_2 massa do objeto 2, r distância entre os centros das massas.
 Resposta 9: não respondeu.
 Resposta 10: F força, G constante gravitacional, M_1 massa do objeto 1, M_2 massa do objeto 2, r distância entre os centros das massas.
- 2) Qual o significado da gravidade?
 Resposta 1: É uma força resultante da razão de dois objetivos pela distância entre eles, podendo ser gerado por partículas (quântica) ou pela distorção do tecido espaço-temporal (relatividade).
 Resposta 2: É a grandeza responsável por definir o uso de um corpo, força vertical e para baixo, que nos mantém unidos ao planeta.
 Resposta 3: É a grandeza responsável por definir o peso de um corpo ($g=p/m$).
 Resposta 4: É a grandeza responsável por definir o peso de um corpo, força vertical e para baixo que nos mantém unidos ao planeta.
 Resposta 5: Grandeza responsável por definir o peso de um corpo, força vertical e para baixo que nos mantém unidos ao planeta.
 Resposta 6: A gravidade é uma das quatro forças fundamentais existentes na natureza. É a grandeza responsável por definir o peso do corpo, força vertical e para baixo que nos mantém unidos ao planeta.
 Resposta 7: É a grandeza responsável por definir o peso de um corpo, força vertical e para baixo que nos mantém unidos ao planeta. Qualquer objeto em queda livre está sob influência da aceleração da gravidade. Na Terra, equivale a $9,8 \text{ m/s}^2$.
 Resposta 8: É a grandeza responsável por definir o peso de um corpo, força vertical e para baixo que nos mantém unidos ao planeta.
 Resposta 9: É a grandeza responsável por definir o peso de um corpo, força vertical e para baixo que nos mantém unidos ao planeta.
 Resposta 10: A grandeza responsável por definir o peso de um corpo, força vertical e para baixo que nos mantém unidos ao planeta.
- 3) Qual o motivo de corpos de diferentes massas caírem com tempos iguais em direção ao centro da Terra? Considere o papel da resistência do ar? (OBS: é necessário entendermos que a força peso que atua em cada um deles é diferente).

Resposta 1: pois eles possuem pesos diferentes. Peso é $P=M.G$. Peso é a forma como a gravidade atua em um objeto.

Resposta 2: a resistência do ar dos dois objetos também for igual. Resposta 3: depende da altura que se é jogado e de sua massa.

Resposta 4: possuem a mesma aceleração de queda, que é a aceleração gravitacional. Resposta 5: não respondeu.

Resposta 6: não respondeu.

Resposta 7: dois corpos com massas diferentes caem da mesma altura em tempos iguais, se a resistência do ar dos dois objetos também for igual.

Resposta 8: por conta da gravidade eles estariam sujeitos à mesma aceleração. Resposta 9: não respondeu.

Resposta 10: Qualquer objeto que se movimentar em queda livre está sob influência da aceleração da gravidade, que na Terra equivale a $9,8 \text{ m/s}^2$.

4) Indique uma forma de se obter o valor da aceleração da gravidade?

Resposta 1: $g = p/m$ (balança de torção)

Resposta 2: dividindo-se o peso de um objeto por sua massa ($g=p/m$). Este valor será o mesmo para todos os objetos em um mesmo planeta. Da mesma forma, podemos calcular a aceleração de um corpo ($p/m=aceleração$).

Resposta 3: dividindo-se o peso de um objeto por sua massa. Resposta 4: dividindo o peso de um objeto por sua massa.

Resposta 5: dividimos o peso de um objeto por sua massa ($g=p/m$).

Resposta 6: a constante gravitacional de um planeta pode ser calculada dividindo-se o peso de um objeto por sua massa ($g=p/m$). Este valor será o mesmo planeta. Da mesma forma podemos calcular a aceleração de um corpo ($p/m=aceleração$).

Resposta 7: não respondeu.

Resposta 8: seria calculada dividindo o peso do objeto pela massa. Resposta 9: dividindo-se o peso de um objeto por sua massa ($g=p/m$). Resposta 10: divide o peso pela massa ($g=p/m$).

5) Com base na fórmula utilizada para calcular a aceleração da gravidade na superfície da Terra, podemos estimá-la para certas alturas em relação ao nível do mar? Como? (exemplo de forma: a aceleração da gravidade em satélites). Explique.

Resposta 1 : não respondeu.

Resposta 2: não respondeu.

Resposta 3: não respondeu.

Resposta 4: não respondeu.

Resposta 5: não respondeu.

Resposta 6: não respondeu.

Resposta 7: não respondeu.

Resposta 8: não respondeu.

Resposta 9: não respondeu.

Resposta 10: não respondeu.

6) Como é a aceleração da gravidade em outros planetas e quais consequências?

Resposta 1 : Não respondeu.

Resposta 2 : Não respondeu.

Resposta 3 : Não respondeu.

Resposta 4: Terra 9,8; Marte 3,72; Júpiter 24,8; Saturno 10,5; Urano, 8,5; Netuno 10,8; Vênus, 8,60.

Resposta 5: não respondeu.

Resposta 6: não respondeu.

Resposta 7: a gravidade na lua é de $1,6 \text{ m/s}^2$. Resposta

8: não respondeu.

Resposta 9: Mercúrio $3,7 \text{ m/s}^2$, Vênus $8,87 \text{ m/s}^2$, Marte $3,71 \text{ m/s}^2$, Júpiter $24,79 \text{ m/s}^2$, Saturno $10,49 \text{ m/s}^2$, Urano: $8,69 \text{ m/s}^2$.

Resposta 10: Em outros planetas: Saturno $10,44 \text{ m/s}^2$, Urano $8,87 \text{ m/s}^2$, Netuno $11,15 \text{ m/s}^2$.

Fonte: Autor (2023).

Na análise das respostas é possível observar que, em relação à equação da Lei de Gravitação Universal, oito das dez respostas apresentaram uma compreensão correta dos termos que integram essa fórmula, mas duas respostas apresentaram confusões, principalmente quanto aos termos aplicados ou informações equivocadas relacionadas ao conceito.

Sobre a definição de gravidade, todas as respostas, dez de dez, trouxeram uma abordagem pertinente do conceito, embora uma delas tenha sido menos precisa. Isso ocorreu devido à inclusão de elementos como resistência do ar e influências relativísticas nos termos das respostas (especificamente nas respostas três e quatro).

Todas as dez respostas também definiram adequadamente a gravidade, no entanto, a resposta dois foi menos abrangente e inclui fatores como resistência do ar e influência relativística. No total, oito das dez respostas apresentaram uma explicação coerente sobre porque corpos de diferentes massas caem em tempos iguais. No entanto, duas respostas (especificamente duas e três) relataram conceitos confusos, com incorreções relacionadas à dependência da altura e menções equivocadas sobre a influência da resistência do ar.

Quanto ao cálculo da aceleração da gravidade, nove das dez respostas foram corretas em relação à fórmula ($g = P/m$), mas a resposta seis se destacou ao fornecer informações adicionais que esclareceram a questão, como a menção à constante gravitacional e à aceleração. No que diz respeito à estimativa da aceleração da gravidade em alturas diferentes, não foram apresentadas respostas, o que sugere uma lacuna na compreensão ou aplicação desse conceito específico.

Quanto à aceleração da gravidade em outros planetas e suas consequências, três das dez respostas (especificamente 4, 7 e 9) abordaram adequadamente esse tema, apresentando valores específicos. No entanto, a maioria das respostas não atendeu ao pedido ou não forneceu informações, destacando novamente uma lacuna na abordagem que precisa ser trabalhada.

Em análise geral, os conceitos de gravidade foram bem assimilados pelos estudantes, com algumas confusões no uso dos termos e aplicação dos conceitos. A falta total de respostas sobre como avaliar a aceleração da gravidade em diferentes alturas sugere dificuldades na compreensão e aplicação desses conceitos em contextos variados.

Figura 19 – Turma em atividade 5 mais cooperativa



Fonte: o autor (2023).

O Quadro 13 descreve a aplicação da quinta atividade.

Quadro 13 – Retorno dos estudantes (Atividade 5)

1) Qual a primeira Lei de Kepler?

Resposta 1: Lei das órbitas elípticas. Num referencial fixo no Sol, as órbitas dos planetas são elipses e o Sol ocupa um dos focos.

Resposta 2: não respondeu.

Resposta 3: Num referencial fixo no sol, as órbitas dos planetas são elipses e o Sol ocupa um dos focos.

Resposta 4: não respondeu.

Resposta 5: a lei das órbitas elípticas estabelece o seguinte: num referencial fixo do Sol, as órbitas dos planetas são elipse e o sol ocupa o foco.

Resposta 6: Lei das órbitas elípticas. Num referencial fixo no Sol, as órbitas dos planetas são elipses e o Sol ocupa um dos focos.

Resposta 7: Lei das órbitas elípticas. Resposta 8: Lei das órbitas elípticas.

Resposta 9: Lei das órbitas elípticas, num referencial fixo no sol, as órbitas dos planetas são elipses e o Sol ocupa um dos focos.

Resposta 10: não respondeu.

2) Qual a Segunda Lei de Kepler?

Resposta 1: Lei das áreas. A reta que une o planeta ao Sol varre áreas iguais em tempos iguais . Resposta 2: não respondeu.

Resposta 3: Num referencial fixo ao sol, a reta que une o planeta ao sol varre áreas iguais em tempos iguais.

Resposta 4: não respondeu.

Resposta 5: Lei das áreas, estabelece o seguinte: num referencial fixo no Sol, a reta que o planeta ao Sol.

Resposta 6: Lei da Área. Num referencial fixo do Sol, a reta que [?] o planeta ao Sol varre a área igual em tempos iguais.

Resposta 7: Lei das Áreas

Resposta 8: Lei das áreas, a velocidade com que um planeta se move ao longo de sua órbita varia de acordo com a posição em relação ao sol.

Resposta 9: Lei das áreas. Num referencial fixo do sol, a reta que une o planeta ao sol varrerá áreas iguais em tempos iguais.

Resposta 10: não respondeu.

3) Qual a terceira Lei de Kepler?

Resposta 1: Lei harmônica. O quadrado do período de revolução de um planeta ao redor do Sol é proporcional ao cubo do semieixo maior da elipse que representa a órbita do planeta.

Resposta 2: não respondeu.

Resposta 3: O sol com um referencial fixo, o quadrado do período de revolução de um planeta ao redor do Sol é proporcional ao cubo do semieixo maior da elipse que representa a órbita do planeta.

Resposta 4: não respondeu.

Resposta 5: Lei harmônica. Num referencial fixo no Sol, o quadrado do período de revolução de um planeta ao meu redor do Sol é proporcional ao cubo do semieixo maior da elipse que representa a órbita do planeta.

Resposta 6: Lei Harmônica. Num referencial fixo do Sol, a grandeza do período de revolução de um planeta ao redor do Sol é proporcional ao cubo do semieixo maior da elipse que representa a órbita do planeta.

Resposta 7: Lei Harmônica.

Resposta 8: Lei harmônica, a quadrada do período de revolução do planeta é proporcional ao valor do raio médio da órbita.

Resposta 9: Lei harmônica. Num referencial fixo no Sol, o quadrado do período de revolução de um planeta ao redor do Sol é proporcional ao eixo do semieixo maior da elipse que representa a órbita do planeta.

Resposta 10: não respondeu.

4) O que é uma elipse e quais são os seus elementos geométricos?

Resposta 1: Lugar geométrico dos pontos de um plano cujas distâncias a dois pontos fixos desse plano tem soma constante.

Resposta 2: não respondeu. Resposta 3: não respondeu. Resposta 4: não respondeu.

Resposta 5: trata-se do fenômeno que ocorre quando um corpo celeste se interpõe entre outro corpo celeste e uma fonte de luz é o escurecimento total ou parcial de um astro feito por meio da interposição de um segundo astro frente à fonte de luz. Este eclipse solar e lunar.

Resposta 6: seção de um cone [?], o eixo menor, [?] além da distância focal.

Resposta 7: Elipse é uma curva, [...] para qual a soma das distâncias de cada um de seus pontos.

Resposta 8: É conhecido como cônica, porque ela pode ser obtida por meio da seção de um cone. Os focos, o eixo maior e o menor e a distância focal.

Resposta 9: É conhecida como cônica, porque ela pode ser obtida por meio da ressecção de um cone [?] e de forma analítica, ela possui elementos importantes, como os focos, o eixo maior e o meio menor, além da distância focal, o que torna possível descrevê-la por meio de uma equação.

Resposta 10: não respondeu.

5) Como se analisa a excentricidade da elipse? Resposta: $e = c/a$.

Resposta 2: não respondeu. Resposta 3: não respondeu.

Resposta 4: não respondeu. Resposta 5: não respondeu. Resposta 6: $e=c/a$

Resposta 7: Quanto maior for o valor da excentricidade, mais próximo de uma circunferência estará a elipse.

Resposta 8: Quanto maior for o valor da excentricidade, mais próxima de uma circunferência estará a elipse.

Resposta 9: Quanto maior for o valor de excentricidade, mais próximo de uma circunferência estará a elipse. Como o eixo maior tem sempre comprimento maior que a distância focal, então, consequentemente, $c < a$, logo, essa divisão é sempre um número entre 0 e 1.

Resposta 10: não respondeu.

6) Complete a tabela abaixo das excentricidades das órbitas e da distância dos oito planetas do Sistema Solar.

Resposta 1:

Planeta	Excentricidades	Distância do Sol (km)
Mercúrio	0,20	57.910.000
Vênus	0,07	108.200.000
Terra	0,02	149.600.000
Marte	0,09	227.240.000
Júpiter	0,05	778.330.000
Saturno	0,06	1.429.400.000
Urano	0,05	2.870.220.000
Netuno	0,009	4.504.300.000

Resposta 2

Planeta	Excentricidades	Distância do Sol (km)
Mercúrio		57.910.000
Vênus		108.200.000
Terra		149.600.000
Marte		227.240.000
Júpiter		778.330.000
Saturno		1.429.400.000
Urano		2.870.990.000
Netuno		4.504.300.000

Resposta 3: não respondeu.

Resposta 4: não respondeu.

Resposta 5: não respondeu.

Planeta	Excentricidades	Distância do Sol (km)
Mercúrio	0,20	57.910.000
Vênus	0,07	108.200.000
Terra	0,02	149.600.000
Marte	0,09	227.240.000
Júpiter	0,05	778.330.000
Saturno	0,06	1.429.400.000
Urano	0,05	2.870.220.000
Netuno	0,009	4.504.300.000

Resposta 2:

Planeta	Excentricidades	Distância do Sol (km)
Mercúrio		57.910.000
Vênus		108.200.000
Terra		149.600.000
Marte		227.240.000
Júpiter		778.330.000
Saturno		1.429.400.000
Urano		2.870.990.000
Netuno		4.504.300.000

Resposta 3: não respondeu.

Resposta 4: não respondeu.

Resposta 5: não respondeu.

Resposta 6:

Planeta	Excentricidades	Distância do Sol (km)
Mercúrio	0,21	46.700.000
Vênus	-1%	108.000.000
Terra	0,01	149.000.000
Marte	0,09	227.040.000
Júpiter	0,04	778.000.000
Saturno	0,05	1.429.000.000
Urano	0,04	2.870.000.000
Netuno	0,01	4.504.000.000

Resposta 7:

Planeta	Excentricidades	Distância do Sol (km)
Mercúrio	0,206	57.910.000
Vênus	0,007	108.200.000
Terra	0,082	149.600.000
Marte	0,093	227.240.000
Júpiter	0,048	778.330.000
Saturno	0,056	1.429.400.000
Urano	0,046	2.870.990.000
Netuno	0,009	4.504.300.000

Resposta 8:

Planeta	Excentricidades	Distância do Sol (km)
Mercúrio	0,21	57.910.000
Vênus	Menos de 1%	108.200.000
Terra	0,02	149.600.000
Marte	0,09	227.240.000
Júpiter	0,05	778.330.000
Saturno	0,06	1.429.400.000
Urano	0,05	2.870.990.000
Netuno	0,009	4.504.300.000

Resposta 9: não respondeu.

Resposta 10: não respondeu.

Fonte: Autor (2023).

A respeito do conhecimento sobre a primeira Lei de Kepler, oito das dez respostas apresentaram um relato adequado de seu conceito; contudo, duas respostas (cinco e nove) apresentaram variações na formulação dessa apresentação. Isso, no entanto, não retirou delas a condição de serem adequadas. Sete de dez respostas mostraram compreensão adequada a respeito da Segunda Lei de Kepler, sendo que duas respostas (seis e oito) também tiveram variações em sua apresentação, preservando, igualmente, a adequação. O mesmo ocorreu com a Terceira Lei de Kepler, em que sete de dez respostas apresentaram uma compreensão desta lei, a Lei Harmônica. Neste caso, também, ocorreram duas respostas (três e nove) que se mostraram mais variadas em sua formulação, mas igualmente pertinentes.

Oito respostas apresentaram respostas satisfatórias quanto à definição adequada de elipse e seus elementos. Entre essas, as respostas 6, 8 e 9 trouxeram conceitos adicionais importantes que enriqueceram a compreensão dos elementos da elipse, sendo os eixos, a distância focal e os focos. Sobre a análise da excentricidade da elipse, sete de dez respostas indicaram corretamente a expressão que calcula seu valor, sendo que, destas, três (respostas sete, oito e nove) elucidaram adicionalmente formas de explicar e abordar a excentricidade em relação à forma da elipse. Quanto à tabela de excentricidades e distância dos planetas, houve variação nas respostas. As respostas um, quatro e sete foram as que apresentaram maior correção a respeito desses aspectos. Em alguns casos (respostas dois, três e cinco), as respostas concentraram-se em indicações sobre as distâncias, enquanto outras (respostas seis e oito) revelaram em seu conteúdo erros relacionados à excentricidade.

Na análise geral dos resultados, a maioria das respostas permitiu assimilar uma condição positiva de compreensão dos conceitos relacionados às Leis de Kepler. Todavia, algumas das respostas apresentaram maior riqueza de compreensão. O aprofundamento do conteúdo, por sua vez, merece atenção, devido à parcialidade de preenchimento da tabela proposta.

Essas atividades trouxeram em sua aplicação ricos componentes da interação social vygotskyana e foram conduzidas em uma metodologia voltada ao desenvolvimento da ZDP. Torres e Irala (2014) e Silva e Hai (2016) reforçaram o papel da colaboração entre os participantes de um rito de aprendizagem para que ocorra o aprendizado significativo. Isso foi um foco de atenção nesta atividade. Observou-se ainda que o conhecimento fundamental dos alunos em Astronomia pode ser descrito, conforme Barroso e Borgo (2010), como uma falta de familiaridade generalizada e de profundidade com fenômenos astronômicos. Contudo, Damasceno Junior e Romeu (2018) permitem compreender que, com estratégia e aproximação, é possível obter melhores resultados.

O Ensino da Astronomia foi descrito por Hovarth (2013) como assentado na realidade diária dos alunos, e muitas vezes ela foi evocada nas respostas aos questionamentos. Sem isso, há maiores lacunas entre objetivos de ensino e aprendizado real, o que pode ter alicerçado as lacunas evidenciadas nesta sequência. Por fim, outro ganho nas aulas foi a desconexão entre os instrumentos complexos de Ensino da Astronomia e sua efetivação, indicando caminhos alternativos positivos (Hovarth, 2013). Assim, a proximidade e a orientação lado a lado, de forma ativa e participativa pelo professor, foi, conforme Damasceno Junior e Romeu (2018), uma das metodologias diferenciadas de ensino. Barroso e Borgo (2010) relataram que a maioria das pessoas desconhece fenômenos astronômicos, e isso traz diferentes dificuldades no ensino de conceitos básicos de Astronomia. Contudo, o vínculo com a realidade promove maior engajamento crítico-reflexivo e aprendizado.

A análise do progresso nas atividades educacionais revelou não apenas o envolvimento dos alunos, mas também uma melhora gradual em sua habilidade de compreender, analisar e aplicar conceitos. O aumento da autonomia pode ser percebido pela crescente iniciativa em resolver questões e grande escala, respostas com maior precisão e pela redução da necessidade de intervenção direta do professor.

Dessa forma, foi observado em destaque que muitos elementos novos podem surgir à medida que revisamos e aprofundamos a análise dos procedimentos relacionados à realização dos exercícios pelos estudantes durante as atividades que envolvem os problemas apresentados. No entanto, a expectativa é de que a pesquisa realizada possa contribuir tanto para o progresso das pesquisas sobre o assunto, quanto para o ensino dos professores de Física, Astronomia e Matemática e para a melhoria de suas abordagens em sala de aula, baseadas em teorias e estudos.

Figura 20 – Turma desenvolvendo atividade 5 através da colaboração

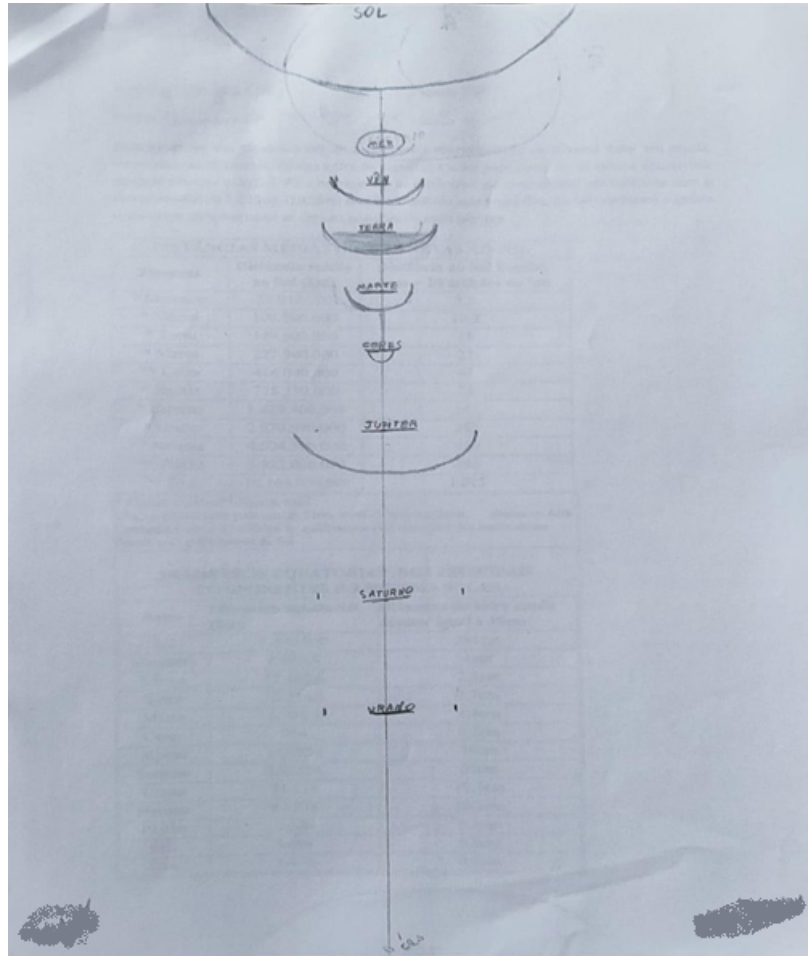


Fonte: o autor (2023)

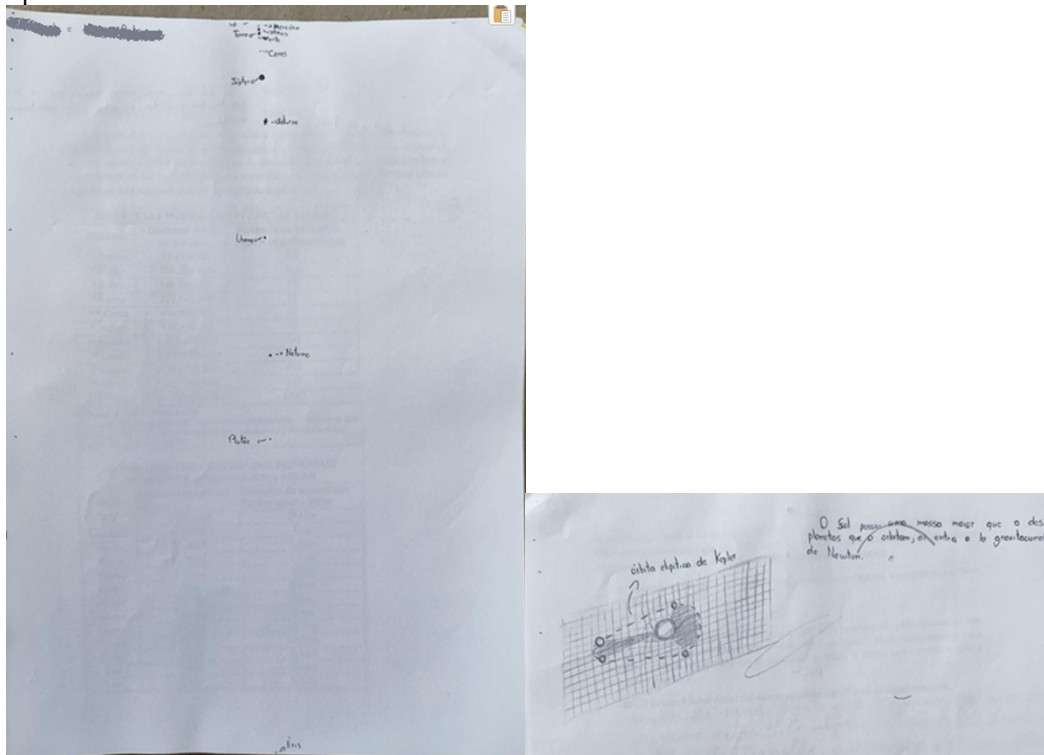
A atividade final (Atividade 6), realizada em dupla, foi solicitado aos estudantes desenhar o Sistema solar dentro de uma visão científica e destacar características que cada dupla compreendeu como relevantes (Quadro 14).

Quadro 13 – Retorno dos estudantes (Atividade 6)

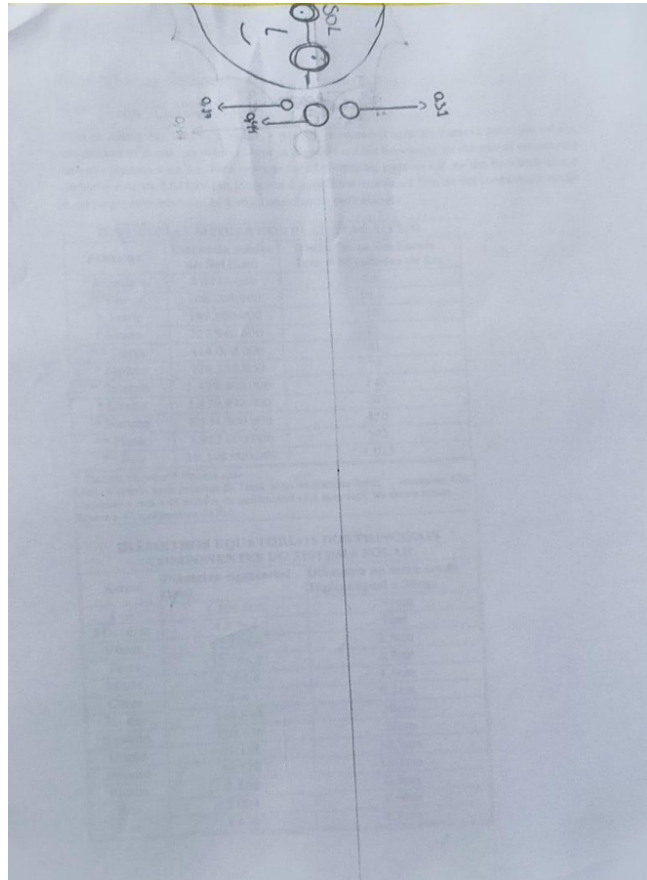
Dupla 1



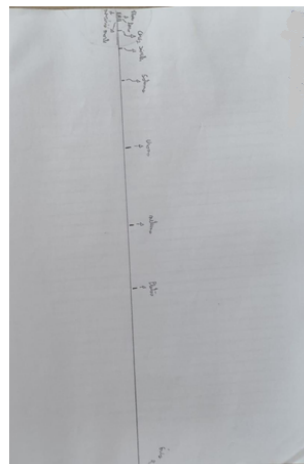
Dupla 2:



Dupla 3



Dupla 4:



→ Pêdo de Kepler: foi dos elipses elípticas, de dois eixos e lei dos períodos

1 - num referencial fixo no sol, as órbitas dos planetas são elipses e o sol ocupa um dos focos

2 - a taxa imaginária que liga um planeta ao sol varia inversamente em intervalos de tempo iguais

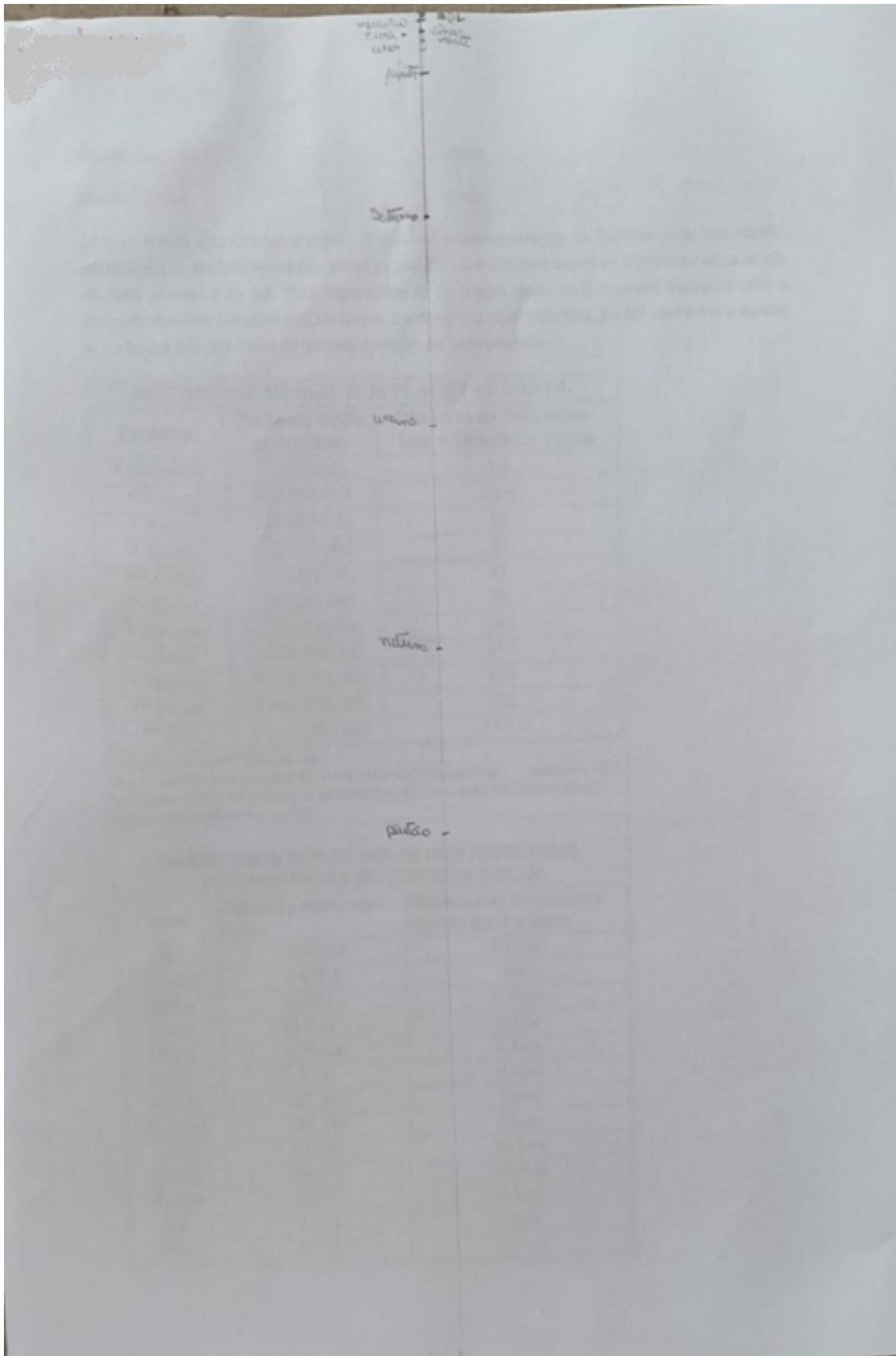
3 - a quadrado dos períodos de órbita de um planeta é diretamente proporcional ao cubo do comprimento do semieixo maior da órbita

Gravitação Universal

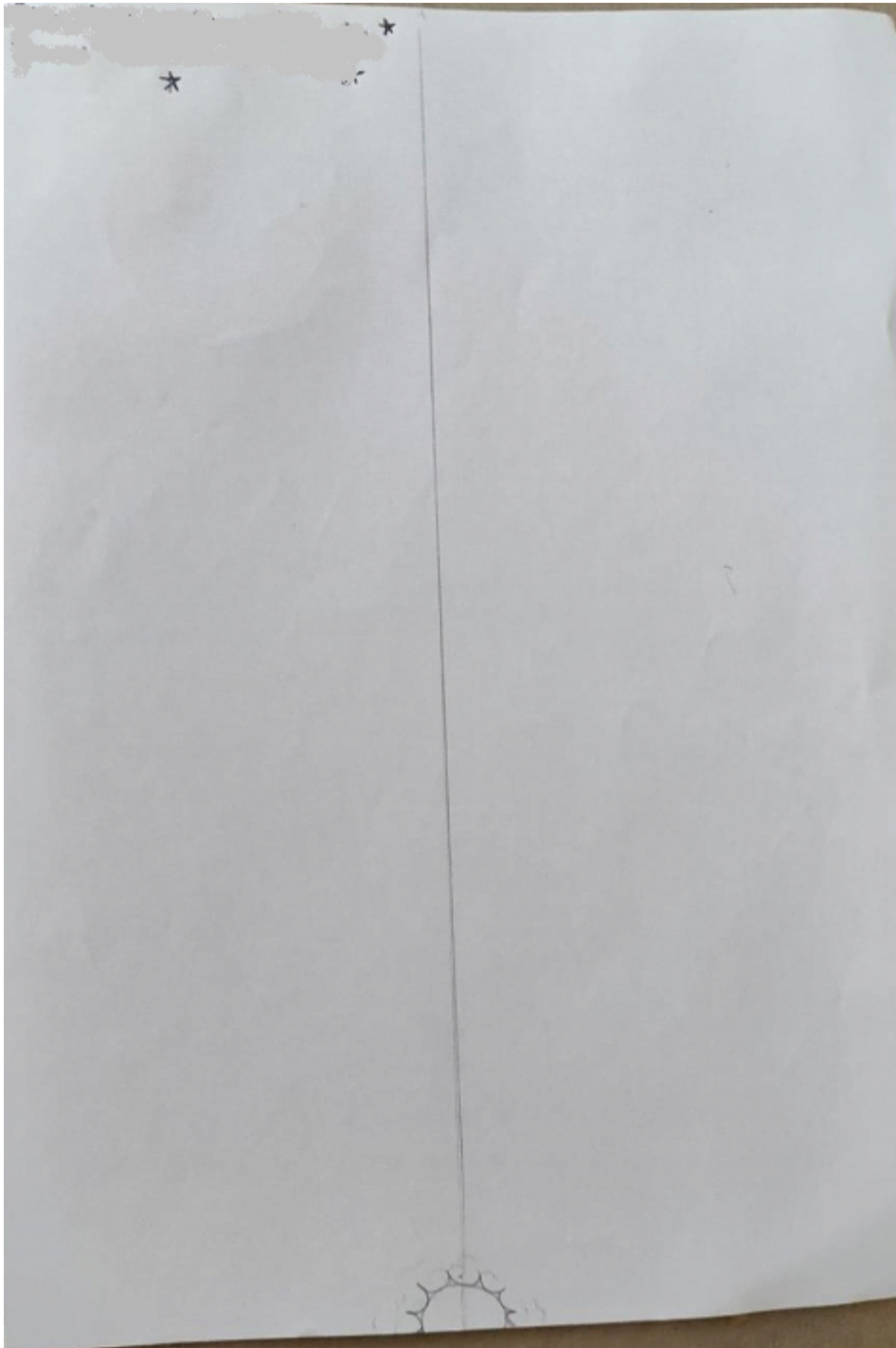
Lo seu dos corpos possuem massa, ambos são submetidos a uma força de atração mútua.

$$F = G \frac{M_1 M_2}{r^2}$$

Dupla 5:



Dupla 6



Fonte: O autor (2023).

A atividade final apresentou o desenvolvimento no aprendizado. Circulando pela sala e conversando com os alunos, obtive algumas percepções. Nessa atividade, não houve interferência ou ajuda do professor. As duplas discutiam os assuntos, tentando persuadir o colega dos motivos de seu entendimento estar correto. Esse tipo de interação e articulação é importante no processo de aprendizagem, e constatei que ocorreu conforme o planejado.

A Dupla 1 realizou os desenhos na ordem correta, tentou realizar a conversão das escalas de distância e, durante a aula, questionou como faria em relação à escala de tamanho. Fica claro que a dupla tentou posicionar os planetas nas escalas, mas sem sucesso, talvez por ter tentado encontrar uma forma de colocar as duas escalas no mesmo papel.

Um fato importante foi observado com a Dupla 2, logo no início da tarefa, eles afirmaram que não seria possível colocar em uma mesma folha as escalas de distâncias e de tamanhos; por isso, optaram pela escala de distância. Fato muito positivo. No verso da folha, desenharam um esquema demonstrando a primeira e segunda lei de Kepler, que citaram que: "O Sol possui uma massa maior que a dos planetas que orbitam".

A Dupla 3 iniciou os cálculos, mas sentiu-se insegura com os valores. Lembro que diversas vezes eles se questionavam se estavam fazendo as conversões corretas. Um fato positivo foi eles terem iniciado os desenhos e não posicionado os primeiros planetas alinhados, sugerindo uma consciência espacial. Infelizmente, não conseguiram expressar todos os planetas, e acredito que isso se deu mais por conta da insegurança.

A Dupla 4 conseguiu realizar as representações das escalas de distância de maneira satisfatória, demonstrando também que houve aprendizado do assunto. No verso da folha, fizeram anotações e desenhos explicando as Três Leis de Kepler e a Lei da Gravitação Universal.

A semelhança da Dupla 4 a Dupla 5 realizou de maneira satisfatória a conversão das escalas de distâncias. É possível perceber a dificuldade em um mesmo desenho colocar os quatro primeiros planetas juntamente com os quatro planetas seguintes.

A dupla 6 não conseguiu realizar as conversões das escalas de distância e nem de tamanho. Um dos alunos faltou bastante e o outro não foi muito participativo. Isso determinou a dificuldade da dupla em realizar a atividade. Apesar de não haver proibições em consultar as outras duplas, eles não buscaram informações com os colegas.

O requerimento de desenho na atividade, como uma forma de identificar como suas representações indicavam o raciocínio para as respostas, também se mostrou positivo na forma como resolveram os exercícios.

Essa atividade contou com a participação de seis duplas, sendo que duas não obtiveram resultados interessantes. A Dupla 3, que não conseguiu representar todos os planetas, tentou realizar diversos cálculos, mas não acreditava estarem corretos. A Dupla 6 não conseguiu representar o Sistema Solar e foi observado que não tentaram realizar a atividade; um dos alunos é bastante faltoso e o outro estudante da dupla prefere as aulas com características mais tradicionais.

As outras quatro duplas apresentaram resultados interessantes e indícios de aprendizado. Saliento que a Dupla 1 e a Dupla 2, mostrou maturidade na solução pois apontaram o fato da relação entre as escalas de distância e de tamanhos não poderiam ser representadas na mesma folha. Além disso, a Dupla 2 e a Dupla 4 abordaram os temas da Lei da Gravitação Universal e das Leis de Kepler, demonstrando o entendimento dos signos e dos instrumentos, conforme observado na teoria de Vygotsky.

Conforme a teoria vygotskyana, Torres e Irala (2014) apontam que o aspecto social seria o responsável pelo desenvolvimento cognitivo, e sendo dessa forma, as interações representam um papel importante na aprendizagem. Nesta atividade, os alunos evidenciaram conhecimentos sobre Astronomia em estágios variados, e isso destacou o valor das interações e discussões para um aprendizado mais efetivo. Para Silva e Hai (2016), é fundamental que os alunos colaborem entre si para fortalecer a aprendizagem, e isso foi reforçado nas respostas oferecidas à atividade. Embora os conceitos fundamentais da Astronomia estivessem presentes, os conhecimentos mais complexos não estavam e essa foi uma importante abertura para a colaboração e troca de conhecimentos.

Joenk (2002) destacou que as funções mentais possuem protagonismo no desenvolvimento cognitivo. Todavia, entre os estudantes considerados nessa atividade, houve uma importante discrepância sobre os conhecimentos astronômicos, o que sugere que abordagens assentadas no desenvolvimento da memória, atenção e raciocínio dedutivo possam ser mais indicadas para a assimilação de conceitos. Nesse sentido, Zanatta e Brito (2015) observaram o papel dos signos na mediação da aprendizagem, sobretudo aplicadas na interação dos estudantes com o conhecimento astronômico frente o uso de recursos didáticos e a compreensão dos conteúdos. A partir do conceito de ZDP trazido por Ostermann e Moreira (2000) e Medeiros (2021), é possível afirmar sobre a necessidade de estratégias pedagógicas que aproximem os alunos dessa zona, de forma que avancem o conhecimento básico para um nível mais profundo. Assim, esses achados reforçam a importância de que o Ensino da Astronomia seja colaborativo e interativo, com mediadores eficazes ao aprendizado e vinculados à realidade dos alunos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento deste estudo evidenciou dados sobre o estado de conhecimento de alunos de uma instituição de ensino de Campo Grande. A pesquisa atendeu ao objetivo geral proposto, e foi desenvolvida, bem como aplicada, uma SD voltada a identificar a compreensão dos estudantes sobre as características do Sistema Solar e aspectos básicos ligados à astrofísica estelar.

O acompanhamento da sistemática de desenvolvimento das atividades mostrou, além do engajamento dos estudantes, um avanço progressivo em sua capacidade de reconhecer, discutir e aplicar conhecimentos nas pautas estudadas, sobretudo matemáticos. Também de forma gradativa e a partir de estímulos e discussões, os alunos desenvolveram maior autonomia referente ao tema e a capacidade investigativa dos desafios propostos. Essa autonomia pode ser constatada pela iniciativa crescente de resolução de problemas de escala, boa representação de corpos celestes e redução da demanda de interferência direta do professor.

A interação, foco da teoria vygotskyana, foi um pilar no processo desenvolvido, e uma ferramenta de bons resultados. Houve representativa, colaboração e debate entre os estudantes durante as atividades, o que não somente fortaleceu o conhecimento individual como a construção de novos conhecimentos. Alguns dos momentos de maior evidência destes resultados foram as discussões sobre escalas de distâncias e tamanhos e durante a aplicação das Leis de Kepler e da Gravitação Universal.

Todavia, também foram destacadas nesta pesquisa áreas que necessitam de maior atenção e desenvolvimento, ou seja, pontos de vulnerabilidade. Um dos primeiros pontos é o fato de que há uma familiaridade muito básica e embrionária dos estudantes com conceitos astronômicos. Isso faz com que a abordagem didática tenha de ser pensada e implementada, considerando as demandas dos estudantes e suas eventuais limitações. Com isso, as discrepâncias e dificuldades de conhecimento relacionados a esses conceitos requerem uma abordagem menos fragmentada e mais integrada para superar tais lacunas.

A SD desenvolvida neste estudo foi ministrada para uma turma pequena e de maneira controlada, contudo, mesmo nesse sentido, é reforçado que existe a possibilidade de aplicação em escolas públicas em que as salas possuem mais alunos e talvez menos estruturas. Para isso, é importante observar a necessidade de uma quantidade maior de aulas e fragmentação maior do tema, para que o professor regente possa acompanhar o desenvolvimento de cada aluno e auxiliá-los nesse desenvolvimento. Outro ponto importante

é criação de um canal de comunicação entre o professor e os alunos favorecendo a interação de qualidade e envio de materiais sobre o assunto.

Assim, é possível afirmar que a SD aplicada foi importante para o desenvolvimento dos conceitos pelos estudantes a respeito do Sistema Solar e astrofísica básica. Outro aspecto importante veio do fato de que o estudo evidenciou a importância de métodos de ensino que tratam conceitos complexos de forma ampla e atrativa, considerando o conhecimento prévio dos alunos como ponto de partida. Isso promove um interesse mais envolvente de aprendizado, pela aproximação com os estudantes.

Dessa forma, é possível afirmar que a pesquisa atingiu seus objetivos e, como resultado, evidenciou tanto as potencialidades a respeito das vias para o Ensino de Física a adolescentes em apoio da Astronomia, sobretudo quanto a conceitos básicos sobre o Sistema Solar e astrofísica estelar.

7 REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. V.; PAZ, F. S. da. **Sequência didática com gamificação no ensino de física à luz das metodologias ativas**. 2022. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Fabio-Da-Paz/publication/367014863_SEQUENCIA_DI DATICA_COM_GAMIFICACAO_NO_ENSINO_DE_FISICA_A_LUZ_DAS_METODOL OGIAS_ATIVAS/links/645d711d4353ba3b3b5c33fc/SEQUENCIA-DIDATICA-COM-GAMI FICACAO-NO-ENSINO-DE-FISICA-A-LUZ-DAS-METODOLOGIAS-ATIVAS.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Fabio-Da-Paz/publication/367014863_SEQUENCIA_DI_DATICA_COM_GAMIFICACAO_NO_ENSINO_DE_FISICA_A_LUZ_DAS_METODOL_OGIAS_ATIVAS/links/645d711d4353ba3b3b5c33fc/SEQUENCIA-DIDATICA-COM-GAMI_FICACAO-NO-ENSINO-DE-FISICA-A-LUZ-DAS-METODOLOGIAS-ATIVAS.pdf). Acesso em: 10 set. 2023.
- ARAÚJO, M. de. Lei da gravitação universal. **Revista de Ciência Elementar**, v. 1, n. 1, p. 1-2, 2013.
- ARRUDA, H. F. G.; TEIXEIRA, R. R. P. Ensino de Física e escalas de distâncias astronômicas. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 13, n. 2, p. 1-22, 2022.
- BARROSO, M. F.; BORGIO, Igor. Jornada no Sistema Solar. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, p. 1-12, 2010.
- BERTIN, G. **Dynamics of galaxies**. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.
- BURNHAM, R. **Burnham's Celestial Handbook: An Observer's Guide to the Universe Beyond the Solar System**. New York: Courier Corporation, 2013.
- COSTA, J. R. V. **Astro-escala**. **Astronomia no Zênite**, set 2008. Disponível em: <https://www.zenite.nu/astro-escala>. Acesso em: 10 nov. 2023.
- D'AMBROSIO, U. **Educação Matemática: da teoria à prática**. Campinas: 22. ed. Campinas. Papirus, 2011.
- DAMASCENO JÚNIOR, J. A.; ROMEU, M. C. O Planetário como recurso metodológico para facilitar o ensino de Física por meio da ruptura entre o conhecimento científico e o conhecimento comum. **Revista Prática Docente**, v. 3, n. 1, p. 231-248, 2018.
- DAMBROS, D. D.; OLIVEIRA, A. M. Tecnologias da Informação e Comunicação e Educação Física: currículo, pesquisa e proposta pedagógica. **Educação, Formação e Tecnologias**, v. 9, n. 1, p. 16-28, 2016.
- DUTRA JUNIOR, M. A. L. Análise de métodos de avaliação de acessibilidade em sites para deficientes visuais. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso de (Bacharelado em Sistemas de Informação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2023.
- FABRIS, J. C.; VELTEN, H. E. S. Cosmologia neo-newtoniana: um passo intermediário em direção à relatividade geral. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, p. 4302, 2013.

FORTES, A. G.; BEIRÃO, H. A. F.; AMANE, S. Ensino da física em Moçambique: desafios das TICs e práticas de ensino centrado no aluno. **Revista do Professor de Física**, v. 5, n. 2, p. 44-60, 2021.

GUISE_MILIAN, Q.; WECHSLER, S. M. Evaluación integrada de la inteligencia y creatividad. **Revista de Psicología (PUCP)**, v. 36, n. 2, p. 525-548, 2018.

HALPERN, P. **Fronteiras do universo**: Uma viagem aos limites do horizonte cósmico. São Paulo: Editora Cultrix, 2023.

HORVATH, J. E. Uma proposta para o ensino da astronomia e astrofísica estelares no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, p. 4501-4509, 2014.

IYER, R. D. Uncovering students' motivation for learning science: Gender differences in Mumbai. **Global Business and Management Research**, v. 9, n. 3, p. 16, 2017.

JESUS, M. S. P. de. **Ensino de astronomia mediado pelas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC)**: propostas de abordagem e análise. 2015. 126 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Astronomia) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2015.

JOENK, I. K. Uma Introdução ao Pensamento de Vygotsky An Introduction to the Thought of Vygotsky. **Revista Linhas**, v. 3, n. 1, p. 1-12, 2002.

KAULFUSS, M. A. Vygotsky e Suas contribuições para a educação. **Revista Científica Eletrônica Da Faeit, Itapeva, SP**, v. 6, p. 1-15, 2019.

LIMA, J. da S.; CAMPOS, A. B. O conteúdo solo na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do ensino fundamental: uma análise crítica. **Terra e Didática**, v. 18, p. e022025-e022025, 2022.

LOBO, D. A.; BARWALDT, R. Práticas Pedagógicas Inovadoras e Tecnologias Digitais Imersivas na Educação Infantil. **Periferia**, v. 13, n. 3, p. 230-256, 2021.

MACEDO, M. A. P.; RODRIGUES, M. A. O tamanho dos planetas, de plutão e do sol e as distâncias entre estes: compreensão dos alunos e oficina pedagógica de baixo custo para trabalhar esta temática. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 19, p. 23-42, 2015.

MEDEIROS, S. M. A. A teoria da atividade em Vygotsky, Leontiev e Engeström: os fundamentos da aprendizagem expansiva. **Revista HISTEDBR On-line**, v. 21, p. e021051-e021051, 2021.

MENEZES, L. P. G.; BATISTA, M. C. Concepções de mestrados em ensino de Física sobre o Sistema Solar sob a perspectiva das leis de Kepler. **REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 8, n. 2, p. 352-373, 2020.

MONTES, A. H.; VALLEJO, A. P. Efectos de un programa educativo basado en el uso de las TIC sobre el rendimiento académico y la motivación del alumnado en la asignatura de tecnología de educación secundaria. **Educación xx1**, v. 19, n. 2, p. 229-250, 2016.

MOTA, A. R.; ROSA, C. T. W. da. Ensaio sobre metodologias ativas: reflexões e propostas. **Revista Espaço Pedagógico**, v. 25, n. 2, p. 261-276, 2018.

NOGUEIRA, V. A. et al. Práticas corporais e Paulo Freire: uma análise sobre a produção do conhecimento. **Movimento**, v. 24, p. 1265-1280, 2022.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio”. **Investigações em ensino de ciências**, v. 5, n. 1, p. 23-48, 2000.

PHILLIPS, A. C. **The physics of stars**. London: John Wiley & Sons, 2013.

PSICOLOGIA DA EDUCAÇÃO. **Portfolio Psicologia da Educação**: mapa conceitual de Vigotsky. 2013. Disponível em: <https://psicologiadaeducacao-portfolio.blogspot.com/2013/02/mapa-conceitual-da-teoria-de-vi-gotsky.html>. Acesso em: 10 set. 2023.

RANDALL, L. **Batendo à porta do céu**: O bóson de Higgs e como a física moderna ilumina o universo. São Paulo: Editora Companhia das Letras, 2013.

SILVA, C. D. C.; BINOTI, V. H. N.; DILEM, B. B. Estrelas: propriedades e ciclo de vida. **Cadernos de Astronomia**, v. 4, n. 1, p. 143-155, 2023.

SILVA, J. C.; HAI, A. A. O conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal na educação infantil: apropriações nas produções acadêmicas e documentos oficiais brasileiros. **Perspectiva**, v. 34, n. 2, p. 602-628, 2016.

SOUSA FILHO, J. B. de. **Compreensão da gravidade através do tratamento astronômico das imagens das luas galileanas em sala de aula**. 2022. 213 f., il. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física) — Universidade de Brasília, Brasília, 2022.

SOUZA, Caroline Vieira de; GIMENEZ, Roberto. TICS na Educação Física. **Revista Ambiente Educação**, p. e023009-e023009, 2023.

STELLARIUM. **Planetário**. 2020. Disponível em: <https://stellarium.org/pt/>. Acesso em: 10 nov. 2023.

STUDY MAPS. **Mapas mentais sobre as leis de Newton**. 2020. Disponível em: https://studymaps.com.br/leis-de-newton/#google_vignette. Acesso em: 10 nov. 2023.

TORRES, P. L.; IRALA, E. A. F. Aprendizagem colaborativa: teoria e prática. **Complexidade: redes e conexões na produção do conhecimento**. Curitiba: Senar, 2014. p. 61-93.

TYSON, N. de G. **Astrofísica para apressados**. São Paulo: Editora Planeta do Brasil, 2017.

VASCAK. **Soustavy**. 2013. Disponível em:
https://www.vacak.cz/?id=1&language=pt#gp_soustavy. Acesso em: 10 nov. 2023.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.
VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo, Martins Fontes, 1994.

ZANATTA, B. A.; BRITO, M. A. C. de. Mediação pedagógica com uso das tecnologias digitais na educação. **Educativa**, v. 18, n. 1, p. 8-23, 2015.

ZENITE. **Astro-Escala**. 2008. Disponível em: <https://www.zenite.nu/astro-escala>. Acesso em: 10 nov. 2023.