



Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

DE COPÉRNICO A NEWTON: O ENSINO DA GRAVITAÇÃO E O MOVIMENTO DAS MARÉS

FROM COPERNICUS TO NEWTON: THE TEACHING OF GRAVITATION AND THE MOVEMENT OF TIDES

Allinne Vezula Mateveli Gonzaga ¹, Flávio Gimenes Alvarenga.²

^{1,2} Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), PPGEnFis/MNPEF Polo 12, ES, Brasil

Resumo

Este trabalho consiste no desenvolvimento de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) que aborda o tema Gravitação para turmas do segundo ano do ensino médio. Através dessa UEPS e da chamada metodologia da Aprendizagem Baseada em Equipes, emprega-se considerações e personagens da História da Astronomia para ensinar Interação Gravitacional e o Movimento das Marés, suas possíveis causas e relações com fenômenos astronômicos. A UEPS foi elaborada de modo a propiciar aos estudantes momentos, interações, materiais e estratégias que possam viabilizar uma aprendizagem significativa de conteúdos e conceitos, tais como: configuração e movimentos no sistema Sol-Terra-Lua, e força gravitacional.

Palavras Chaves: História da Astronomia; Ensino da Gravitação; Aprendizagem Significativa e Aprendizagem Baseadas em Equipes.

Abstract

This work consists of the development of a Potentially Significant Teaching Unit (PSTU) that addresses the theme Gravitation for classes in the second year of high school. Through this PSTU and the so-called Team-Based Learning methodology, considerations and characters from the History of Astronomy are used to teach Gravitational Interaction and the Movement of the Tides, their possible causes and relationships with astronomical phenomena. The PSTU was elaborated in order to provide students with moments, interactions, materials and strategies that can enable a significant learning of contents and concepts, such as: configuration and movements in the Sun-Earth-Moon system, and gravitational force.

Key Words: History of Astronomy; Teaching gravitation; Meaningful Learning and Team-Based Learning.

Introdução

Este trabalho aborda considerações históricas no Ensino da Gravitação com ênfase em personagens da Astronomia e Mecânica Celeste, como Nicolau Copérnico, Johannes Kepler, Tycho Brahe e Isaac Newton. Emprega-se como tópico motivador o comportamento das marés, uma vez que muitos alunos têm a curiosidade de entendê-lo e questionam “Como a água do mar não entorna e porquê da ocorrência das marés altas e baixas?”

A escolha dessa temática “efeito das marés” aconteceu, tanto pela curiosidade dos alunos, por não conhecerem o mar, uma vez que pertencem a uma Escola localizada no município de



Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

Ibitirama – ES, na Serra do Caparaó, bem como pelo fascínio que a Astronomia exerce até mesmo em leigos, o que a torna um cenário adequado para o Ensino da Gravitação (LANGHI; RODRIGUES, 2022).

Por isso, propõe-se a construção de uma sequência didática voltada para turmas do segundo ano do ensino médio no formato de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) com atividades planejadas na Aprendizagem Baseada em Equipes, e referencial teórico fundamentado na Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel, na transcrição de Marco Antônio Moreira. O objeto de estudo consiste no ensino de conceitos básicos da Astronomia e as relações com a Gravitação abordando os seguintes tópicos: História da Astronomia de Copérnico a Newton (MOURÃO, 2003; VALADARES, 2009), Leis de Kepler, Gravitação Universal e o Movimento das Marés (LOPES, 1996). Assim, a questão básica da pesquisa é: É possível promover uma aprendizagem significativa sobre os Movimentos das Marés e sua relação com a Gravitação e a Astronomia?

O produto educacional poderá ser aplicado nas Escolas tendo como metodologia a pedagogia da alternância integrado ao Técnico em Agropecuária, bem como as Escolas de Ensino Médio regular, pois abordam temas que estão relacionados a BNCC (Base Nacional Comum Curricular).

1. Fundamentação Teórica

No decorrer do desenvolvimento desse trabalho, foi utilizada, como referencial teórico da área de ensino e aprendizagem, a Teoria da Aprendizagem Significativa, TAS (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2011a), e ainda, como referências teóricas importantes, a proposta de elaboração de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas, UEPS, apresentada por Moreira (2011), e Atividades Baseadas em equipes, visando resultados de pesquisas na área de Educação em Astronomia.

Segundo Moreira, a aprendizagem não pode ser considerada totalmente mecânica ou totalmente significativa, apesar desta última ser preferida, mas pode estar mais próxima de um desses extremos em diferentes momentos no decorrer do processo. É possível em alguns casos, partir da aprendizagem mecânica para chegar à aprendizagem significativa, principalmente quando não há subsunçores suficientes para ancorar o novo conhecimento (MOREIRA, 2011a)

Uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) nada mais é que uma sequência ensino fundamentada em algumas teorias de aprendizagem, mas principalmente na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel e em visões clássicas e contemporâneas de Moreira, Masini e Valadares, onde o ensino é um meio e a aprendizagem é o fim, como afirma (MOREIRA, 2011b)

Já aprendizagem baseada em equipes, do inglês Team-Based Learning (TBL), é uma metodologia criada nos anos 70 pelo professor da área de negócios Larry K. Michaelsen na Universidade de Oklahoma (EUA) com o desígnio de desenvolver o estudo colaborativo de forma contextualizada. O método TBL tem como foco melhorar a aprendizagem a partir de um conjunto de tarefas e atividades que coloca o aluno como responsável por adquirir conhecimentos, além de proporcionar o desenvolvimento de várias competências como tomada de decisão, trabalho colaborativo em equipe, raciocínio crítico, entre outras (KRUG et al., 2016).

2. Métodos e Materiais

A metodologia está relacionada ao desenvolvimento e aplicação da Unidade de Ensino Potencialmente significativa (UEPS) e Aprendizagem Baseadas em Equipes, através de uma sequência de ensino que contempla o uso simuladores, vídeos, laboratório de informática, data



Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

show, materiais impressos, roda de conversa, entre outros. A UEPS De Copérnico a Newton: O ensino de Gravitação e o Movimento das Marés para o Ensino Médio, é composta de oito etapas, na seguinte sequência:

- 1- Apresentação da proposta de trabalho aos estudantes.
- 2- Levantamento através de uma pesquisa sobre os principais personagens da Astronomia e Mecânica Celeste e aplicação das Atividades Baseadas em Equipes.
- 3- Situação problema, utilizada como Organizador Prévio;
- 4- Introdução aos conceitos e conteúdos formais sobre a Teoria Heliocêntrica e o Conceito das órbitas Elípticas e aplicação das atividades baseadas em equipes.
- 5- Aprofundamentos dos Conceitos e Fenômenos Físicos relacionados às Leis de Kepler, Campo Gravitacional e Movimento Sol – Terra.
- 6- Abordagem dos conteúdos para apresentação de novos significados através de um formato integrador, com uso de ferramenta computacional, simuladores.
- 7- Avaliação da Aprendizagem.
- 8- Entrevista e Avaliação da UEPS.

3. Resultados e Discussões

Considerando que a aplicação da sequência didática está em andamento, com sete das doze aulas realizadas, os resultados são preliminares. Inicialmente na fase de proposta da pesquisa, constatou-se que a maioria dos alunos nunca tinha ouvido falar nos personagens da Mecânica Celeste e qual a sua importância na Astronomia, além de não correlacionarem o efeito das marés a um fenômeno gravitacional.

Com relação a aplicação da metodologia das Atividades Baseadas em Equipes, foi possível notar, a construção de conhecimentos, a partir de ajudas e trocas nos diferentes grupos. As análises efetuadas nas aulas 03 e 06, descritas no quadro abaixo, revelaram que a linguagem usada pelos colegas, promove facilidades de assimilação e entendimento, o que ficou evidenciado na comparação das respostas das atividades individuais em relação às respostas das atividades em grupo. O Quadro 1 resume todos os conteúdos e atividades desenvolvidas nessa UEPS de Gravitação por aula da sequência didática.

Quadro 1 – Síntese da Intervenção em Sala de Aula.

AULAS	CONTEÚDOS ABORDADOS	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS
1	<ul style="list-style-type: none">• Apresentação da proposta de trabalho.• Apresentação da UEPS Entrega do Termo de Livre Consentimento e Esclarecimento.	<ul style="list-style-type: none">• Apresentação em Slides: A metodologia da UEPS e a Teoria da Aprendizagem Significativa com Atividades Baseadas em Equipes.• Pesquisa sobre personagens da Mecânica Celeste: Nicolau Copérnico, Johannes Kepler, Tycho Brahe e Isaac Newton.



Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

2	<ul style="list-style-type: none"> Roda de prosa Considerações Históricas no Ensino de Gravitação e os seus principais personagens da Mecânica Celeste. Externalização dos conhecimentos prévios 	<ul style="list-style-type: none"> Discussão do material apresentado pelos alunos. Disponibilização da Apostila sobre Considerações Históricas da Astronomia no Ensino de Gravitação, para leitura. Disponibilização da atividade individual, (Questionário 1)
3	<ul style="list-style-type: none"> Primeira aplicação do questionário baseado em equipes. Análise das respostas individuais e coletivas. 	<ul style="list-style-type: none"> Entrega da atividade individual. Aplicação da Atividade baseada em Equipes. Revisão de conteúdo analisando as respostas individuais e coletivas.
4	<ul style="list-style-type: none"> Abordagem conceitual do conteúdo da 1ª Lei de Kepler, através do simulador planetário. A contextualização do conteúdo abordado da 1ª Lei de Kepler. Vídeo Órbitas dos Planetas https://drive.google.com/file/d/1sxlGSD_2Zlb2h4z8_H06NOq_YtZ9OXRa/view?usp=sharing 	<ul style="list-style-type: none"> Simulação computacional sobre os planetas e suas órbitas. https://www.solarsystemscope.com/ Disponibilização de atividade para casa e ser entregue na próxima aula. (Questionário 2)
5	<ul style="list-style-type: none"> Contextualização e aplicabilidades da 2ª e 3ª Leis de Kepler (Lei das Áreas E Lei dos Períodos). Releitura em conjunto, das apostilas que foram entregues. Apresentação de exemplos relacionados das Leis de Kepler. 	<ul style="list-style-type: none"> Entrega do Questionário 2. Disponibilização da apostila contendo da 2ª e 3ª Leis de Kepler (Lei das Áreas E Lei dos Períodos) para leitura. Disponibilização da Atividade Individual sobre a 2ª e 3ª Leis de Kepler e realização da mesma. (Questionário 3).
6	<ul style="list-style-type: none"> Segunda aplicação do questionário de forma coletiva. Análise das respostas individuais e coletivas. 	<ul style="list-style-type: none"> Aplicação da Atividade baseada em Equipes. Revisão de conteúdo analisando as respostas individuais e coletivas.
7	<ul style="list-style-type: none"> Externalização dos conhecimentos prévios sobre Gravitação. Abordagem conceitual de Gravitação, logo apresentação em slides da Lei da Gravitação Universal, com oportunidade de intervenção durante a apresentação. 	<ul style="list-style-type: none"> Disponibilização da Apostila sobre a Lei da Gravitação Universal para leitura e discussão na sala de aula. Disponibilização da Atividade individual sobre o tema, resolução e correção da mesma. Disponibilização da Apostila sobre Efeito das Marés para leitura em casa. Disponibilização questionário Individual sobre Efeito das Marés.



Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

8	<ul style="list-style-type: none"> • Fases da Lua • Efeito das Marés • Influência do Sol e da Lua • Período de Oscilação das Maré 	<ul style="list-style-type: none"> • Simulador computacional a Lua e o Sol e o comportamento da Terra. https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits_pt_BR.html. • Vídeo A Influência da Lua nas das Marés https://drive.google.com/file/d/1u1A0oz-aTu8HtJAcliZ1IDoEIQgOH8nR/view?usp=sharing
9	<ul style="list-style-type: none"> • Terceira aplicação do questionário de forma coletiva. • Análise das respostas individuais e coletivas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrega da atividade individual (Efeito das Marés). • Aplicação da Atividade baseada em Equipes. • Revisão de conteúdo analisando as respostas individuais e coletivas.
10 E 11	<ul style="list-style-type: none"> • Revisão de todos conteúdos abordados: Considerações Históricas no Ensino de Gravitação e os seus principais personagens da Mecânica Celeste, Leis de Kepler, Gravitação Universal e Efeito das Marés. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação de até 03 Testes conceituais envolvendo todos os assuntos abordados com grau de dificuldades do menor para o maior. • Avaliação da aprendizagem de conteúdos por meio de anotações em um diário de implementação das observações realizadas em todas as atividades propostas pela UEPS e pela análise de conteúdo realizada nas aplicações de questionários.
12	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação da UEPS 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrevista coletiva semiestruturada, onde os alunos irão responder as questões básicas: O que acharam da sequência (UEPS)? Se houve o entendimento dos conteúdos abordados? O que conseguiram entender sobre o Efeito das Marés?

4. Considerações Finais

Esta sequência de ensino apresenta conteúdos de Gravitação no formato de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa com atividades elaboradas no contexto de considerações históricas e na Aprendizagem Baseada em Equipes. Através desta metodologia o presente trabalho partiu das ideias de Copérnico, passando por Kepler e culminando em Newton, buscando assim motivar os alunos em busca da aprendizagem. Por meio do produto construído foi-nos possível entender que embora o desenvolvimento tecnológico tenha ganhado espaço, ainda existem possibilidades de prover melhorias para as aulas de Física utilizando soluções singelas, comprovadas pelo abarcamento dos objetivos propostos, a saber, averiguar as vantagens do uso de simuladores na educação, bem como, apresentar atividades individuais e coletivas, visando a interação e a colaboração dos próprios alunos para os conteúdos da disciplina de Física.



Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

Agradecimentos

A.V.M. Gonzaga agradece à FAPES e CAPES pelo suporte financeiro.

Referências

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003. 227 p.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 05 de março de 2022.

KRUG, Rodrigo de Rosso et al. **O “bê-á-bá” da aprendizagem baseada em equipe**. Revista Brasileira de Educação Médica, v. 40, n. 4, p. 602-610, 2016.

LANGHI, R. e RODRIGUES, F. M. Interfaces da Educação em Astronomia: Currículo, Formação de Professores e Divulgação Científica. Volume 2 – Ações Dialógicas na Prática de Ensino de Astronomia. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2022.

LOPES, W. Efeitos Das Marés Sobre O Sistema Terra-Lua, Revista Brasileira do Ensino de Física, vol. 18, n. 4, dez. 1996.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares. 1. ed., São Paulo: LF Editorial, 2011a.

MOREIRA, M. A. Unidades de Ensenanza Potencialmente Significativas — UEPS. Aprendizagem Significativa em Revista / Meaningful Learning Review, Porto — Alegre, v 1, n 2, p 43-638. 2011b. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo ID10/ vi n2 a2011.pdf>>. Acesso: 15 de jun. 2022.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares. 1. ed., São Paulo: LF Editorial, 2011c.

MOURÃO, R.R. de Freitas. **Copérnico Pioneiro da Revolução Astronômica**. Odysseus Editora, São Paulo - SP, 2003.

MOURÃO, R.R. de Freitas. **Kepler: A descoberta das Leis do Movimento Planetário**. Odysseus Editora, São Paulo - SP, 2003.

OLIVEIRA, T. E; ARAUJO, I. S.; VIET, E. A. **Aprendizagem Baseada em Equipes (Team-Based Learning): Um Método Ativo para o Ensino de Física**. Instituto de Física – Universidade Federal do Rio Grande do Sul Porto Alegre – RS.

VALADARES, E. de C. Newton: A Órbita da Terra em um Copo D'Água. Odysseus Editora, São Paulo-SP, 2009.