

Diante da desmotivação que os estudantes do nível médio apresentam com relação ao estudo de Ciências, em especial de Física, pensamos ser necessário ampliar nossos estudos sobre estratégias e perspectivas de ensino diferentes das comumente utilizadas pelos professores em sala de aula (aulas expositivas e pouco dialogadas). Neste sentido, o presente trabalho têm como objetivo estudar quais significados foram produzidos e modificados pelos estudantes, sobre conteúdos de Gravitação ao longo da implementação de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI). Esses significados foram avaliadas à luz da teoria da Aprendizagem Significativa a partir da implementação da SEI em uma turma de primeira série do Ensino Médio de uma escola da rede pública do estado de Santa Catarina. A partir da análise dos registros dos estudantes, oriundos das atividades propostas durante a SEI, constatamos que, em comparação ao estudo diagnóstico ao qual eles foram submetidos, houve mudança e produção nos significados que haviam apresentado no primeiro momento. Os resultados obtidos ao final desta pesquisa nos permitem afirmar que as atividades investigativas propostas neste trabalho contribuíram para a aquisição e modificação de significados, relacionados ao conteúdo de Gravitação, por parte dos estudantes.

Orientadora: Ivani Teresinha Lawall

Coorientador: Luiz Clement

JOINVILLE, 2017

ANO  
2017

CARLA MARIA FACHINI BAPTISTA | GRAVITAÇÃO NO ENSINO MÉDIO SOB UMA  
PERSPECTIVA INVESTIGATIVA



**UDESC**

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC  
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS, MATEMÁTICA E  
TECNOLOGIAS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**GRAVITAÇÃO NO ENSINO MÉDIO  
SOB UMA PERSPECTIVA  
INVESTIGATIVA**

CARLA MARIA FACHINI BAPTISTA

JOINVILLE, 2017

**CARLA MARIA FACHINI BAPTISTA**

**GRAVITAÇÃO NO ENSINO MÉDIO SOB UMA PERSPECTIVA INVESTIGATIVA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias, da Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Tecnológicas–CCT, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientadora: Ivani Teresinha Lawall  
Coorientador: Luiz Clement

JOINVILLE, SC

2017

Ficha catalográfica elaborada pelo(a) autor(a), com  
auxílio do programa de geração automática da  
Biblioteca Setorial do CCT/UDESC

Baptista, Carla Maria Fachini  
GRAVITAÇÃO NO ENSINO MÉDIO SOB UMA PERSPECTIVA  
INVESTIGATIVA / Carla Maria Fachini Baptista. -  
Joinville , 2017.  
155 p.

Orientadora: Ivani Teresinha Lawall  
Co-orientador: Luiz Clement  
Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado  
de Santa Catarina, Centro de Ciências Tecnológicas,  
Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de  
Ciências, Matemática e Tecnologias, Joinville, 2017.

1. Ensino por Investigação. 2. Aprendizagem  
Significativa. 3. Gravitação. 4. Ensino de Física. 5.  
Significados. I. Lawall, Ivani Teresinha. II.  
Clement, Luiz. , .III. Universidade do Estado de  
Santa Catarina, Centro de Ciências Tecnológicas,  
Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de  
Ciências, Matemática e Tecnologias. IV. Título.

# GRAVITAÇÃO NO ENSINO MÉDIO SOB UMA PERSPECTIVA INVESTIGATIVA

por

**Carla Maria Fachini Baptista**

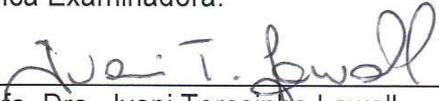
Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de

**MESTRE EM ENSINO DE CIÊNCIAS, MATEMÁTICA E TECNOLOGIAS**

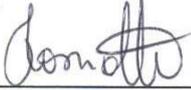
Área de concentração em “Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias”  
e aprovada em sua forma final pelo

CURSO DE MESTRADO PROFISSIONAL  
EM ENSINO DE CIÊNCIAS, MATEMÁTICA E TECNOLOGIAS  
DO CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS  
DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA.

Banca Examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Ivani Teresinha Lawall  
CCT/UDESC (Orientador/Presidente)

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Andreia de Freitas Zompero  
UNOPAR

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Tatiana Comiotto  
CCT/UDESC

Joinville, 31 de julho de 2017.

## AGRADECIMENTOS

À Professora Ivani Teresinha Lawall pela dedicação, carinho e confiança com que me orientou ao longo desta jornada, sempre respeitando minhas escolhas e contribuindo de forma positiva para o alcance dos meus objetivos. Obrigada por todas as discussões, ideias, opiniões, perguntas e por compartilhar comigo todas as emoções desta fase da minha vida. Sua amizade sempre será muito valiosa para mim!

Ao Professor Luiz Clement pela paciência, dedicação, confiança, pelo apoio na orientação e pelas valiosas contribuições que tornaram este trabalho um tesouro muito especial para mim. É muito importante para mim poder contar com o senhor!

Aos professores Alex Bellucco do Carmo e Andreia de Freitas Zompero pelas contribuições durante o exame de qualificação.

Aos demais professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias - PPGECMT/UDESC.

Ao Programa de Bolsas Universitárias de Santa Catarina - UNIEDU pelo incentivo financeiro que com certeza contribuiu para a realização desta pesquisa.

Aos colegas da turma de mestrado 2015/1 em especial aos queridos AMIGOS Ana Luiza Baumer, George Luis Azevedo e Mario Heleno Calegari pela amizade, trocas de ideias e por compartilharem as angústias, os anseios, os desafios e as conquistas ao longo desta caminhada! O mestrado não teria sido o mesmo sem vocês!

À direção da Escola de Educação Básica Professor João Martins Veras que permitiu a implementação da proposta em suas dependências.

Às queridas amigas Rosana Magali de Oliveira e Marquit Luciani Hinterholz Laushner pelo apoio, incentivo e pelo carinho com que sempre me trataram, principalmente nos momentos em que a pesquisa exigiu todo o meu fôlego! “Deu certo!”

Aos amigos Tiago Davi Curi Busarello e Pricylla Hagemann pelos conselhos, conversas, compartilhamento de experiências e incentivo que contribuíram com uma injeção de ânimo para a conclusão deste trabalho.

Aos queridos estudantes (meus lindos), fontes inesgotáveis do meu entusiasmo, que, além de compartilharem comigo um dos momentos mais desafiadores desta pesquisa (a implementação), apoiaram-me, incentivaram-me e me fizeram acreditar que tudo valeu a pena! Cada detalhe foi planejado com muito carinho para vocês!

Aos meus pais, Tarcísio e Maria, que sempre me apoiaram, incentivaram, acreditaram e torceram por mim.

Ao meu querido esposo Patrick pelo apoio, incentivo, carinho, confiança, amizade, paciência e por ter dedicado, inúmeras vezes, o seu tempo para as conversas que tivemos sobre as ideias propostas. Obrigada por compartilhar comigo esse sonho, amenizar as dificuldades e tornar mais colorida a vida!

## RESUMO

Diante da desmotivação que os estudantes do Ensino Médio (EM) apresentam com relação ao estudo de Ciências, em especial de Física, vemos a necessidade de ampliação dos estudos sobre estratégias e perspectivas de ensino diferentes das comumente utilizadas pelos professores em sala de aula (aulas expositivas e pouco dialogadas). Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo estudar os significados produzidos e modificados pelos estudantes, sobre conteúdos de Gravitação, como a causa dos movimentos planetários e o fenômeno das marés, ao longo da implementação de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI). Esses significados foram avaliados à luz da teoria da Aprendizagem Significativa (AS) de David Ausubel. A SEI foi implementada em uma turma de primeira série do EM de uma escola da rede pública do estado de Santa Catarina. A partir da análise dos registros dos estudantes, oriundos das atividades propostas durante a SEI, constatamos que, em comparação ao estudo diagnóstico ao qual eles foram submetidos, houve produção e mudança nos significados que haviam apresentado inicialmente. Constatamos também que o uso de vídeos, experimentos demonstrativos e simulações computacionais contribuem de forma mais efetiva para o processo de ressignificação se comparados à utilização de textos e pesquisas extraclasse. Os resultados obtidos ao final desta pesquisa nos permitem afirmar que as atividades investigativas propostas neste trabalho contribuíram para a produção e modificação de significados, relacionados ao conteúdo de Gravitação, por parte dos estudantes.

**Palavras-chave:** Ensino por Investigação, Aprendizagem Significativa, Gravitação, Ensino Médio, Ensino de Física, Significados.

## ABSTRACT

Faced with the lack of motivation that high school students present in relation to the study of science, especially physics, we feel the need to expand studies on strategies and different teaching perspectives from those often used by teachers in the classroom (expository and little dialogue). In this sense, the present work aims to study the meanings created and modified by the students, about Gravitation contents, such as the cause of planetary movements and the tidal phenomenon, during the implementation of an Inquiry-Based Teaching Sequence (IBTS). The theory of Meaningful Learning of David Ausubel was adopted as a theoretical background to analysis the meanings created and modified by the students. The IBTS was implemented in a first year high school class of a public school in the state of Santa Catarina. Considering the students' records, from the activities proposed during the IBTS, we verified that, in comparison to the pre-test to which they were subjected, there was a creation and change in the meanings they had initially presented. We also notice that the use of videos, demonstrative experiments and computational simulations contribute more effectively to the process of re-signification when compared to the use of extra class texts and research. The results obtained at the end of this research allow us to affirm that the research activities proposed in this work contributed to the production and modification of meanings, related to the content of Gravitation, by the students.

**Keywords:** Inquiry Teaching, Meaningful Learning, Gravitation, High School, Physics Teaching, Meaningfuls.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Organização das Situações-Problema por cor.....	30
Figura 2 - Exemplo da organização cronológica das respostas dos estudantes em níveis.....	33
Figura 3 - Relação hierárquica das Situações-Problema. ....	54
Figura 4 - Análise quantitativa das respostas atribuídas pelos estudantes à questão A do ED.....	66
Figura 5 - Análise quantitativa das respostas atribuídas pelos estudantes à questão B do ED.....	68
Figura 6 - Análise quantitativa das respostas, relacionadas à questão B do ED, atribuídas pelos estudantes à carta-resposta.....	68

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Identificação dos estudantes.....	24
Quadro 2 - Descrição da SEI aula-por-aula.....	31
Quadro 3 - Etapas de uma SEI contempladas em cada aula.....	36
Quadro 4 - Relação dos significados expressos durante a SPA1 com conceitos pré-existentes na estrutura cognitiva. ....	44
Quadro 5 - Relação dos significados expressos durante a SPA2 com conceitos pré-existentes na estrutura cognitiva. ....	53
Quadro 6 - Amostra para seleção das respostas da SPA3. ....	57
Quadro 7 - Relação dos significados expressos durante a SPA3 com conceitos pré-existentes na estrutura cognitiva. ....	60
Quadro 8 - Relação dos significados expressos durante a SPA4 com conceitos pré-existentes na estrutura cognitiva. ....	64

## LISTA DE SIGLAS

AI	Atividades Investigativas
AM	Aprendizagem Mecânica
AS	Aprendizagem Significativa
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAAE	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
ED	Estudo Diagnóstico
EI	Ensino por Investigação
EM	Ensino Médio
FCR	Fragmentos da Carta-Resposta
GEPEFT	Grupo de Estudos e Pesquisa em Ensino de Física e Tecnologias
HFC	História e Filosofia das Ciências
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCN+	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PIBID	Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático
QA	Questão de Apoio
QED	Questão (número) do Estudo Diagnóstico
QT	Questão (número) do Texto
RCC	Resposta Consistente Cientificamente
SC	Santa Catarina
SEI	Sequência de Ensino Investigativa
SPA	Situação-Problema de Apoio
SPC	Situação-Problema Central
S/R	Sem Resposta
TIC's	Tecnologias de Informação e Comunicação
UDESC	Universidade do Estado de Santa Catarina

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	1
1.1	DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	1
1.2	ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO .....	5
2	APORTES TEÓRICOS-CONCEITUAIS.....	7
2.1	ENSINO POR INVESTIGAÇÃO .....	7
2.2	APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	13
2.3	ESTUDOS QUE APRESENTAM ARTICULAÇÃO ENTRE EI E AS.....	18
3	METODOLOGIA .....	22
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	22
3.2	CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA.....	23
3.3	DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA .....	25
3.4	INSTRUMENTOS DE PESQUISA E PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES .....	32
4	ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	35
4.1	SITUAÇÃO-PROBLEMA DE APOIO N° 01 (SPA1) – MODELOS PLANETÁRIOS.....	37
4.1.1	Significados produzidos pelo E08.....	39
4.1.2	Significados produzidos pela E14.....	41
4.1.3	Significados produzidos pelo E23.....	43
4.2	SITUAÇÃO-PROBLEMA DE APOIO N° 02 (SPA2) – CAUSAS DOS MOVIMENTOS PLANETÁRIOS .....	44
4.2.1	Significados produzidos pelo E10.....	47
4.2.2	Significados produzidos pela E13.....	48
4.2.3	Significados produzidos pela E04.....	51
4.3	SITUAÇÃO-PROBLEMA DE APOIO N° 03 (SPA3) – MARÉS .....	53
4.3.1	Significados produzidos pelo E06.....	57
4.3.2	Significados produzidos pela E15.....	59
4.4	SITUAÇÃO-PROBLEMA DE APOIO n° 04 (SPA4) – FASES DA LUA .....	60
4.4.1	Significados produzidos pela E02.....	62
4.4.2	Significados produzidos pelo E05.....	63
4.5	SITUAÇÃO-PROBLEMA CENTRAL (SPC) – FENÔMENOS LUNARES COMO BASE PARA O ENSINO DE GRAVITAÇÃO.....	65
4.5.1	Análise dos significados explicitados a partir da questão A.....	65
4.5.2	Análise dos significados explicitados a partir da questão B.....	67

4.5.3	Análise dos significados explicitados a partir da questão C .....	70
5	CONSIDERAÇÕES.....	72
	REFERÊNCIAS.....	77
	APÊNDICES.....	81
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PRÉVIO ENCAMINHADO AOS PROFESSORES.....	81
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PRÉVIO ENCAMINHADO AOS ESTUDANTES.....	82
	APÊNDICE C – SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA .....	84
	APÊNDICE D – ESTUDO DIAGNÓSTICO .....	135
	ANEXOS .....	139
	ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO ENCAMINHADO AOS ESTUDANTES .....	139
	ANEXO B – CARTA-CONVITE ENCAMINHADA AOS PROFESSORES VIA E-MAIL .....	140
	ANEXO C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO ENCAMINHADO AOS PROFESSORES.....	141

## 1 INTRODUÇÃO

Para uma melhor organização, dividimos esta seção em duas partes. Inicialmente, expomos o delineamento da pesquisa. Discorrendo com base na literatura, sobre o atual cenário da disciplina de Física no Ensino Médio (EM), bem como explicitando a problemática do trabalho e definindo o foco e os objetivos da investigação realizada. Posteriormente, apresentamos a estruturação do trabalho.

### 1.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

É comum que os estudantes do EM, ao serem questionados sobre a disciplina de Física, forneçam uma resposta que mostre seu desinteresse pelo estudo da mesma, atribuindo à disciplina adjetivos que a caracterizam como chata, difícil, tediosa (RICARDO, 2007). Este comportamento é um indicador da desmotivação de estudantes e professores para estudar e ensinar Física e pode estar relacionado com a maneira com que a disciplina é abordada no EM.

Tal situação torna-se preocupante quando percebemos que as lembranças levadas da disciplina de Física pelos estudantes se resumem à: memorização, procedimentos mecânicos para a resolução de problemas e professores como detentores de um conhecimento aparentemente inalcançado por eles. Frente a esta situação, acreditamos ser necessária a busca de estratégias e perspectivas de ensino inovadoras para a abordagem da Física neste nível de educação, que contribuam para a modificação dessa realidade.

Ao encontro do que procuramos, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN+) sugerem que a Física seja apresentada aos estudantes como um instrumento que os permita, por meio de princípios, leis e modelos, perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos presentes tanto no seu cotidiano mais próximo quanto na compreensão do universo distante. Ou seja, deve fornecer condições para que o estudante se torne um sujeito capaz de compreender e modificar a realidade em que vive.

De acordo Pinheiro e Pinho-Alves (2006) é preciso considerar o que os estudantes já conhecem e a maneira como compreendem o mundo, pois a partir daí torna-se possível a adoção de estratégias de ensino capazes de fornecer significado ao que será aprendido. Os autores (2006) afirmam que a Ciência, como trabalhada

atualmente pela maioria dos professores em sala de aula, não motiva a curiosidade e a vontade de aprender no aluno. Ainda conforme mencionam os autores (2006), pesquisas indicam que, muitas vezes, o aluno não consegue vincular o conhecimento visto em sala com o seu cotidiano, não vendo, portanto, significado no que aprendeu e, a partir disso, considera que o conhecimento construído existe única e exclusivamente para a resolução de exercícios e realização de provas.

Da mesma forma, ao que se refere à necessidade da utilização de estratégias de ensino diferenciadas em sala de aula, a Base Nacional Curricular Comum (BNCC) defende que:

Fazer ciência envolve observações e inferências, coleta, interpretação, análise e avaliação de dados, formulação de hipóteses, realização de previsões e testes, modelagem matemática, verificação sistemática; portanto, aprender ciência envolve as mesmas práticas. [...] **Esses processos e práticas de investigação, portanto, constituem mais um dos eixos de formação para se aprender Física, trazendo a perspectiva investigativa para a vivência escolar, estimulando crianças e jovens a formularem hipóteses, enfrentarem problemas abertos e contextualizados, em lugar de memorizarem fórmulas e aplicá-las a exercícios padronizados.** (BRASIL, 2016, p. 588, grifos nossos).

As palavras trazidas pela BNCC (2016) demonstram concordar com o que os diferentes referenciais haviam dito até então; enfatizam a necessidade de que os estudantes vejam significado no que aprendem e sugerem, para tanto, a adoção de práticas de ensino baseadas em uma perspectiva investigativa.

Em acordo com o que propõe a BNCC (2016) e os demais referenciais, apontados anteriormente, que discutem o atual cenário do ensino de Física no EM, optamos em desenvolver como produto educacional o que Carvalho (2013) denomina Sequência de Ensino Investigativa (SEI). Segundo a autora (2013), as SEI's podem ser definidas como um conjunto organizado e coerente de atividades investigativas, integrados para trabalhar um tema.

Como a própria BNCC (2016) retrata, o Ensino por Investigação (EI) diferencia-se das estratégias de ensino tradicionalmente utilizadas por considerar essencial a postura ativa do estudante durante o processo de aprendizagem. Em outras palavras, o estudante é quem constrói o próprio conhecimento enquanto o professor atua como mediador: propondo questões capazes de aguçar a curiosidade; estimulando-o a levantar e testar hipóteses na tentativa de solucionar o

problema que lhe foi proposto; instigando-o a utilizar o novo conhecimento em situações cotidianas e aplicá-lo a novos contextos.

Com relação à necessidade existente de que os estudantes vejam significado naquilo que aprendem, citada anteriormente por Pinheiro e Pinho-Alves (2006) e reforçada pela BNCC (2016), a teoria da Aprendizagem Significa (AS) explica que a aquisição de significados ocorre, logo a aprendizagem se torna significativa, à medida que os estudantes conseguem relacionar o novo conhecimento que lhes é apresentado ao conhecimento já existente em sua estrutura cognitiva e a partir disso passa a existir um novo conhecimento (BESSA, 2011; MOREIRA, 2014).

Tendo em vista o cenário atual apresentado anteriormente, as visões explanadas pelos referenciais citados acima e o fato de acreditarmos que só há ensino quando há aprendizagem, optamos em utilizar neste trabalho como suporte didático-pedagógico o EI articulado à teoria da AS e, como base para a análise dos significados produzidos/modificados pelos estudantes durante a implementação da SEI que desenvolvemos, adotamos a teoria da AS.

Adiante, quando os referenciais teóricos forem apresentados, mais detalhes referentes a estas escolhas serão explicitados. Neste momento nos preocupamos em buscar um conteúdo capaz de despertar o interesse dos estudantes.

É importante mencionar que, antes de sabermos o que seria desenvolvido neste trabalho, já pensávamos em trabalhar com algo que fizesse referência ou que abordasse diretamente o conteúdo de Gravitação, uma vez que, de acordo com a nossa experiência e relatos de colegas que cursam as disciplinas de estágio do curso de Licenciatura em Física da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), os estudantes do EM costumam demonstrar interesse e curiosidade sobre assuntos que envolvem o universo e seus elementos.

A escolha do conteúdo também foi influenciada pelos resultados obtidos por pesquisadores da área referente à abordagem do conteúdo de Gravitação no EM. Dentre eles, chamou-nos a atenção as considerações feitas por Medeiros (2005) que, em sua pesquisa de mestrado, percebeu certa rejeição pelo ensino do conteúdo de Gravitação. Segundo ele, este descaso não se restringe aos professores atuantes no EM, mas também ao que diz respeito à produção de material didático.

A pesquisa de Perez (2015, p. 09) corrobora com os resultados obtidos por Medeiros (2005), uma vez que aponta uma “grande necessidade de suprir a falta de

material didático de ensino e conhecimentos teóricos de astronomia para o Ensino Fundamental e Médio”. É válido lembrarmos que muitos conceitos são compartilhados entre Gravitação e Astronomia e, portanto, os resultados obtidos por Perez (2015) são valiosos para nossa pesquisa.

Esse descaso apontado por Medeiros (2005) e Perez (2015) foi confirmado quando investigamos nos livros oferecidos pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) no ano de 2014, a forma com que a abordagem é proposta e quais são os conteúdos de Gravitação abordados. O que constatamos foi: i) uma excessiva importância à abordagem matemática da Lei da Gravitação Universal; ii) raríssimas menções à evolução história da Teoria da Gravitação Universal; iii) escassez da contextualização do conteúdo. Exemplo: poucos livros transpõem o mesmo a diferentes contextos como: marés, lançamento de satélites, fases da lua.

Quando se refere ao conteúdo de Gravitação, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) afirmam que o confronto e a especulação sobre os enigmas da vida e do universo fazem parte das indagações frequentemente presentes entre jovens na faixa etária que compreende o EM. Defendem ainda que, nessa abordagem, deve ganhar destaque a interação gravitacional, uma vez que são analisados sistemas que envolvem massas muito maiores que aquelas que observamos na superfície da Terra. Ainda segundo os PCN, esses assuntos oportunizam uma indagação filosófica, evidenciando as relações entre Ciência e Filosofia ao longo da história.

Frente ao que foi discutido até então, na perspectiva de diferentes referenciais, a nossa pesquisa busca investigar: **“Quais os significados produzidos pelos estudantes durante a implementação de uma SEI que aborda o conteúdo de Gravitação, a partir da temática ‘Fenômenos Lunares’”**.

Tendo em vista que, tanto estratégias de ensino com caráter investigativo quanto o conteúdo de Gravitação, quando devidamente trabalhados, possuem a habilidade de envolver os estudantes, propomos aqui, como produto educacional, uma SEI para abordar o conteúdo de Gravitação no EM a partir da temática “Fenômenos Lunares”.

É importante deixar claro que a proposta em questão é composta por uma SEI de maior amplitude que propõe a Situação-Problema Central (SPC), formada por outras 4 SEI's de menor amplitude que contemplam o que denominamos Situações-Problema de Apoio (SPA's). Em outras palavras, utilizamos aqui 4 SPA's,

como base para responder às questões propostas pela SPC. Ambas as situações-problema foram desenvolvidas com base na perspectiva de ensino investigativa.

O objetivo da elaboração da SEI, além de verificar quais os significados produzidos pelos estudantes referentes ao conteúdo de Gravitação e motivá-los a estudar tais conteúdos, é fornecer materiais didáticos que contemplem estratégias de ensino diferentes das comumente utilizadas (aulas expositivas e não dialogadas), para que os professores sintam-se encorajados a abordarem este conteúdo de uma maneira investigativa, deixando de lado um enfoque unicamente matemático, o que, muitas vezes, segundo Lawall e Fachini (2015), desencadeia um aprendizado exclusivamente mecânico e exclui toda a beleza que existe na Física.

## 1.2 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

Em relação à estrutura do presente trabalho, no Capítulo 1 explicitamos, à luz de distintos referenciais, a situação-problema que envolve a pesquisa. Posteriormente, justificamos as escolhas do tema e das estratégias de ensino e avaliação, assim como elencamos os objetivos advindos do desenvolvimento deste trabalho.

No Capítulo 2 apresentamos os referenciais teóricos que ofereceram os suportes didático-pedagógicos e avaliativos que nos auxiliaram na discussão sobre a: i) perspectiva de ensino investigativa – Carvalho (2013); ii) teoria da AS – Ausubel (1978); Bessa (2011) e Moreira (2014); iii) articulação entre EI e AS – Zompero e Laburú (2010); Vieira (2012); Zompero et. al. (2014).

À frente, no Capítulo 3, a metodologia da pesquisa é apresentada e aspectos relacionados à caracterização da pesquisa e aos procedimentos realizados no transcorrer do trabalho são discutidos. Nesta seção, procuramos classificar a pesquisa quanto à sua natureza, apresentar o contexto de sua aplicação e as etapas que contemplam tanto o seu desenvolvimento quanto o do produto educacional que propomos. Também nesta seção explicitamos os procedimentos e os critérios que adotamos para a análise dos dados coletados ao longo da pesquisa.

No Capítulo 4, discutimos os resultados obtidos a partir da aplicação da proposta. Para tal, procuramos avaliar de que forma os significados produzidos e modificados pelos estudantes ao longo da implementação da atividade se relacionaram com o conhecimento que os mesmos possuíam em suas estruturas

cognitivas e no transcorrer da discussão dos resultados apontamos elementos que garantem a validação da SEI com base no que propõe Carvalho 2013.

As considerações finais obtidas a partir desta pesquisa serão apresentadas no Capítulo 5 abordando os seguintes aspectos: considerações referentes à articulação entre EI e AS nesta atividade; dificuldades encontradas durante a implementação; sugestões para futuros trabalhos da área.

Ao final do trabalho, compartilhamos as referências bibliográficas que concederam embasamento teórico para o desenvolvimento da pesquisa, seguidas pelos apêndices e anexos deste trabalho.

## 2 APORTES TEÓRICOS-CONCEITUAIS

Neste capítulo, apresentamos os referenciais teóricos que discutem o EI, a teoria da AS e a articulação entre ambos que nos auxiliaram a encontrar respostas para a questão que motivou esta pesquisa.

### 2.1 ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Na tentativa de satisfazer os referenciais já contemplados neste trabalho, que discutem a realidade em que se encontra o ensino de Física e sugerem a adoção de estratégias de ensino capazes de contribuir para uma mudança nesta situação, optamos pela adoção da perspectiva de ensino investigativa para a elaboração da sequência de ensino que propomos.

De acordo com Clement (2013), desde a Grécia Antiga a humanidade considera importante compreender o que se define como mito, senso comum e conhecimento científico. Por este motivo, são feitos estudos com o intuito de caracterizar a cientificidade do saber, contudo, somente no século XVII, à luz da revolução Galileana, pôde-se estabelecer algumas demarcações sobre o que pode ser, ou não, considerado um saber científico. Os séculos posteriores à revolução contemplaram transformações e readequações das considerações que haviam sido feitas acerca do saber naquela época.

Na idade moderna, surgiu o termo “método científico” que, por meio de uma “metodologia de se fazer ciência”, garantia o gerenciamento e o controle do conhecimento científico produzido pela mesma, estabelecendo-a no campo do conhecimento e da investigação.

Com o passar do tempo e com o avanço de pesquisas, apareceram algumas críticas ao método “engessado” de se investigar (CHALMERS, 2000; KNELLER, 1980) e essas críticas tornavam-se mais frequentes à medida que diversos estudiosos conduziam suas pesquisas adotando metodologias próprias com o intuito de encontrar respostas para um problema. Como se pode observar, à medida que a história é discutida, a resolução de problemas era o que motivava a pesquisa.

Relacionado ao que se observa, referente à importância do problema para o desenvolvimento científico, Bachelard (1996, p. 18) defende que “para o espírito científico todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não

pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído.”

Corroborando com as palavras de Bachelard (1996), Clement (2013) ao discorrer sobre a epistemologia poperiana, argumenta que:

O trabalho investigativo que conduz às soluções e ao estabelecimento de novos questionamentos mostra que **definir um problema já é produzir conhecimento, pois traduzem-se nele o saber preexistente, as hipóteses e ao mesmo tempo as dúvidas, a ignorância a ser superada.** Com isso se vê potencializado o papel dos problemas para a construção de conhecimento (CLEMENT, 2013, p. 76, grifos nossos).

Esta discussão sobre o papel dos problemas para o avanço científico desencadeia uma reflexão sobre a transposição destes em um contexto escolar. Serão os problemas potenciais motivadores da aprendizagem? Ao utilizar um método de ensino diretivo (onde professor ensina e supostamente o aluno aprende) consegue-se despertar nos estudantes o interesse em solucionar problemas?

De acordo com Barrow (2006), as primeiras críticas registradas com relação ao ensino diretivo foram feitas por John Dewey, defensor de que o ensino de ciências concede muita atenção à acumulação de informações e deixa de lado o aspecto dela como forma de pensar. Para Dewey, a Ciência não servia simplesmente para produzir conhecimento, uma vez que poderia também ser vista como um método capaz de estruturar e orientar tanto a forma de ensinar quanto a de aprender.

Na tentativa de trazer para a realidade escolar algo científico com caráter investigativo que se opusesse ao método de ensino diretivo presente até 1900, foi proposto por Dewey um modelo constituído por um conjunto de seis passos, sendo estes:

1. Detecção de situações intrigantes;
2. Esclarecimento da situação-problema;
3. Formulação, provisória, de hipóteses;
4. Teste das hipóteses;
5. Revisão com testes mais aprofundados;
6. Solução do problema.

De acordo com Barrow (2006) este modelo proposto por Dewey serviu como base para o desenvolvimento de uma proposta para o ensino de Ciências na educação secundária dos EUA (CLEMENT, 2013).

Anos mais tarde, após repensar a sua interpretação acerca do método científico, Dewey modificou também o seu modelo de ensino. Seu objetivo era esclarecer que, ao escolher um problema para ser investigado, é importante que o mesmo faça parte da vivência do estudante que deve se comportar de forma ativa durante o processo da investigação.

A partir desta reformulação, novos passos foram elencados por Dewey para o seu novo modelo de ensino, sendo estes: “apresentação do problema; formulação de hipóteses; coleta de dados por meio de trabalho experimental e formulação da conclusão” (CLEMENT, 2013. p. 77).

Da década de 50 até meados da década de 80, o ensino por investigação foi visto como um modelo de ensino que visava a formação de “novos cientistas” pelo fato de defender a reprodução em sala de aula dos passos que levaram os cientistas à produção do conhecimento. Segundo Clement (2013), essa perspectiva de ensino contribuía para visões distorcidas da Ciência como a ideia da possível subjetividade do cientista para com a sua pesquisa assumindo um método científico engessado.

Ao final da década de 80 e início da década de 90, houve outra reformulação dos currículos norte-americanos, onde “a investigação como prática para o ensino de ciências assumiu novo significado” (CLEMENT, 2013, p. 79). Após essa reforma, segundo DeBoer (2006), a Ciência passou a ser entendida como uma ferramenta capaz de auxiliar o indivíduo na sua interação com o mundo, em suas tomadas de decisões e na solução de problemas. A Ciência não era mais vista como neutra e, além disso, defendia-se que o estudante é capaz de aprender ciência ao mesmo tempo em que aprende sobre ciência (CLEMENT, 2013).

Partindo dessa nova visão do EI, países como a Inglaterra e a Espanha, entre outros, demonstraram interesse no estudo do desenvolvimento de ações de ensino sob esta perspectiva. Porém, segundo Clement (2013, p. 82), “em função da longa e variada história do ensino por investigação para a educação em ciências, persistem diferentes compreensões em torno desta perspectiva de ensino-aprendizagem”.

Frente à diversidade de compreensões a respeito do EI consideramos importante ressaltar que este trabalho contempla elementos da perspectiva de ensino investigativa proposta por García e García apud Clement (2013), que defende a existência de três momentos centrais, os quais constituem o processo de desenvolvimento de atividades didáticas sob a perspectiva investigativa. Estes são:

- Busca, seleção, formulação, reconhecimento e apropriação da situação-problema;
- Elaboração da solução (hipóteses, estratégias e encaminhamento da solução propriamente dita), propiciando o confronto e interação entre as concepções dos estudantes e informações oriundas de outras fontes;
- Ações que possibilitem a recapitulação do trabalho realizado, a elaboração de conclusões e a apresentação dos resultados obtidos (CLEMENT, 2013, p.84).

Tendo em vista que no Brasil já se tem trabalhado com o EI desde a década de 60 e que essa perspectiva vem sendo cada vez mais aceita e recomendada pelas diretrizes nacionais, para a estruturação de nosso produto adotamos a proposição de EI feita por Carvalho (2013). Esta proposta tem afinidade com a proposta de García e García citada acima, uma vez que os três momentos citados por eles são contemplados e organizados em etapas pertencentes a um conjunto de atividades investigativas integradas para trabalhar um tema, denominado SEI. Segundo Carvalho (2013):

Na maioria das vezes a SEI **inicia-se por um problema**, experimental ou teórico, contextualizado, que introduz os alunos no tópico desejado e dê condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático. É preciso, após a resolução do problema, uma atividade de **sistematização do conhecimento** construído pelos alunos. Essa sistematização **é feita preferivelmente através da leitura de um texto escrito** quando os alunos podem novamente discutir, comparando o que fizeram e o que pensaram ao resolver o problema, com o relatado no texto. Uma terceira atividade importante é a que promove a **contextualização do conhecimento no dia a dia dos alunos**, pois nesse momento eles podem sentir a importância da aplicação do conhecimento construído do ponto de vista social (CARVALHO, 2013, p.7, grifos nossos).

Carvalho (2013), a partir de experiências com o Ensino Fundamental (EF), ainda menciona que, muitas vezes, para se conseguir discutir conteúdos mais complexos, faz-se necessária a repetição do ciclo apresentado acima ou mesmo o preparo de outras atividades de ensino, que segundo ela, em uma SEI:

Cada uma das atividades é planejada sob o ponto de vista do material e das interações didáticas, visando proporcionar aos alunos: **condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciarem os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico** e tendo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores (CARVALHO, 2013, p.7, grifos nossos).

Tendo em vista o planejamento destas atividades, Carvalho (2013) sugere algumas estratégias de ensino que podem ser utilizadas em uma perspectiva de

ensino investigativa, sendo estas: problemas abertos, atividades experimentais manipulativas e/ou demonstrativas, textos históricos ou de divulgação científica, simulações computacionais, vídeos.

Para a elaboração da SEI, que apresentamos futuramente, concedemos prioridade ao uso de atividades de ensino que não se limitam às tradicionalmente adotadas, mas que se utilizam de textos históricos e/ou de divulgação científica para promover reflexões e análises críticas; simulações computacionais e vídeos para tornar visível o abstrato; atividades experimentais para ilustrar o conhecimento apropriado e com o objetivo de gerar envolvimento por parte dos estudantes; histórias fictícias e Fantasia para as atividades escolares, como agentes motivadores da aprendizagem. A seguir serão apresentados alguns indicativos referentes a utilização de cada uma destas atividades:

Com relação à escolha e ao preparo das atividades mencionadas acima, Carvalho (2013) defende que:

[...] todas devem ser organizadas para que os alunos em grupo discutam, expondo para seus colegas suas ideias e seus entendimentos do texto (ou do vídeo, do jogo, da simulação, etc.) que após a discussão em grupo o professor sistematize o conhecimento fazendo uma releitura do texto (CARVALHO, 2013, p. 13).

As palavras de Carvalho evidenciam novamente a importância atribuída pelo EI à postura ativa do estudante diante do processo de construção do conhecimento e à troca de informações com seus pares.

Matthews (1995), em defesa da utilização de uma abordagem histórico filosófica, declara que a História e Filosofia das Ciências (HFC):

Podem humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral da matéria científica, isto é, **contribuir para a superação do “mar de falta de significação” que se diz ter inundado as salas de aula de Ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam**; podem melhorar a formação do professor auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da Ciência mais rica e mais autêntica (MATTHEWS, 1995, p. 165, grifos nossos).

Ao que se refere às simulações computacionais, Medeiros e Medeiros (2002) afirmam que uma boa simulação pode comunicar - melhor do que imagens estáticas,

ou mesmo do que uma sequência delas - ideias sobre movimentos e processos em geral e cabem muito bem em situações em que a experimentação é inviável.

De acordo com Santos (2014), as atividades experimentais demonstrativas se mostram investigativas na medida em que são utilizadas para fazer com que o estudante reflita sobre o fenômeno e busque explicações no modelo teórico. O aluno precisa compreender que o experimento não é somente uma ilustração e, para que isso ocorra, o professor deve propor questões intrigantes que orientem a visão dos alunos acerca das variáveis relevantes do fenômeno a ser estudado, instigando-os a levantar suas próprias hipóteses e propor possíveis soluções.

Ainda com relação às atividades experimentais, Giani (2010), a partir das conclusões obtidas ao término de sua pesquisa de mestrado, defende que:

Apesar da resistência inicial dos alunos, foi possível verificar, que com ajuda do professor, eles formularam hipóteses na tentativa de solucionar o problema em discussão e criaram metodologias. Observou-se, também, que o papel do professor é de suma importância ao conduzir esse tipo de atividade investigativa. **Este deve questionar e sugerir desafios proporcionando aos alunos momentos para analisar e avaliar os seus próprios conhecimentos.** Sem tal abordagem a potencialidade das atividades experimentais fica comprometida (GIANI, 2010, p.6, grifos nossos).

Em relação à Fantasia, ela pode demonstrar as possibilidades de aplicação e de utilização daquele conhecimento, proporcionando maior valorização da aprendizagem. Pintrich e Schunk (2002) ao discutirem a motivação intrínseca afirmam que a Fantasia, assim como o desafio, a curiosidade e o controle são aspectos importantes que contribuem para originar a mesma.

É válido ressaltar ainda a importância do “I” para a sequência de ensino que aqui propomos, uma vez que esta não é simplesmente uma sequência didática, mas uma sequência de ensino que propõe uma abordagem investigativa do conteúdo de Gravitação e compreende os requisitos citados anteriormente por Carvalho (2013).

Já uma sequência didática, segundo Dubeux e Souza (2012) trata-se de um procedimento de ensino, em que um conteúdo específico é focalizado em passos ou etapas encadeadas tornando mais eficiente o processo de aprendizagem, uma SEI é definida por Carvalho (2013) como uma sequência de atividades que colocam o estudante como protagonista da investigação. Em outras palavras, uma SEI pode ser classificada como uma sequência didática contendo, sem as etapas de uma

investigação definidas por Carvalho (2013), uma sequência didática não pode ser classificada como SEI.

Conforme lembra Sasseron (2013), o mais importante da investigação em sala de aula não é o seu fim, mas o caminho trilhado. A partir das palavras da autora entendemos que a passagem da linguagem coloquial para a científica, o olhar crítico diante do fenômeno, a busca pelo conceito e o levantamento de hipóteses na tentativa de explicar uma situação cotidiana, a argumentação por parte dos estudantes que ocorre com a finalidade de comunicar o conhecimento por eles construído e a “ancoragem” do novo conhecimento aos conhecimentos prévios são etapas que, quando bem sucedidas ao longo do caminho, contribuem para a produção/modificação de significados.

## 2.2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Além dos aspectos levantados anteriormente com relação ao EI, a SEI que propomos busca instigar os estudantes a utilizarem a Física como um instrumento para refletir sobre os fenômenos a sua volta e procura fornecer condições para que os mesmos construam significados com relação àquilo que lhes é ensinado. Em outras palavras, procura-se que a partir da SEI a aprendizagem seja significativa. Por este motivo, escolhemos utilizar como suporte teórico para a avaliação da aprendizagem decorrente da implementação da SEI a teoria da AS.

Nascido em Nova Iorque, David Ausubel, psicólogo cognitivista, em uma de suas falas sobre a escola, mencionou que a considerava um cárcere para meninos, na qual o crime de todos seria a pouca idade e, por este motivo, os carcereiros lhes castigavam. Em seu livro, conta uma experiência vivenciada quando criança com um de seus professores:

Escandalizou-se com um palavrão que eu, patife de seis anos, empreguei certo dia. Com sabão de lixívia lavou-me a boca. Submeti-me. Fiquei de pé num canto o dia inteiro, para servir de escarmento a uma classe de cinquenta meninos assustados (AUSUBEL, 1978).

Pela sua formação, Ausubel buscava estudar os processos de cognição responsáveis pela atribuição de significado ao mundo que cerca um indivíduo. Um deles se refere à aprendizagem, pois, enquanto aprende, o aluno atribui significado a realidade que o cerca (BESSA, 2011).

Partindo dessa visão, Ausubel desenvolveu uma teoria, chamada de Teoria da Aprendizagem Significativa, que busca compreender como ocorrem os processos de aprendizagem na estrutura cognitiva do aprendiz. Segundo Ausubel, a aprendizagem depende do esforço do aprendiz em conectar os novos conhecimentos aos conhecimentos que já possui (BESSA, 2011), uma vez que:

Independente de quanto o material de aprendizagem possa ser significativo, se o aluno não tiver motivação para aprender significativamente, o processo de aprendizagem será puramente mecânico e a aprendizagem memorística (ZOMPERO E LABURÚ, 2010, p. 14).

Para estimular a pré-disposição dos estudantes, Ausubel afirma ser fundamental que o professor identifique e organize os conhecimentos prévios dos alunos e que ensine de acordo com o que lhe é apresentado, tendo em vista que a AS está diretamente relacionada ao cotidiano em sala de aula (BESSA, 2011).

Segundo Moreira (2014), a aprendizagem pode ser classificada em três tipos: aprendizagem cognitiva, aprendizagem afetiva e aprendizagem psicomotora. Ausubel, apesar de não negar a importância das outras duas, considera primordialmente, em sua teoria, a aprendizagem cognitiva, “que resulta no armazenamento organizado de informações do ser que aprende, e esse complexo organizado é conhecido como estrutura cognitiva” (MOREIRA, 2014, p. 160). Sendo assim:

Na teoria de Ausubel (...) a questão não se coloca apenas na fixação de novos conhecimentos a conhecimentos anteriores, mas na maneira como essa fixação ocorre, a saber, por intermédio de interações adaptativas (acomodações) que alteram o conhecimento anterior em função de uma pressão organizativa dos esquemas cognitivos (BESSA, 2011, p. 190).

A partir desse processo de acomodação do conhecimento, Ausubel elaborou o conceito de ancoragem. Este define que ao ocorrer a interação entre um novo conhecimento e os conceitos já conhecidos pelo aprendiz, de modo que o novo conhecimento é integrado ao antigo, o conhecimento anterior é modificado (BESSA, 2011). Portanto, quando o aprendiz relaciona o conhecimento que já possui com o conhecimento que lhe foi recém-apresentado, isso resulta em “um conhecimento ampliado, modificado, que não é mais o anterior em si, nem o novo conhecimento isolado, mas sim um novo conhecimento oriundo de interações entre diferentes elementos cognitivos” (BESSA, 2011, p. 190).

Em suma, a AS ocorre quando tais conhecimentos que foram ancorados não se perdem dentro do conjunto de outros conhecimentos que o aprendiz possui. Estes conhecimentos que o aprendiz já possui e que são relevantes para o processo de aprendizagem são chamados de conceitos subsunçores, que, ao existirem, facilitam o processo de aquisição de novos conhecimentos (MOREIRA, 2014).

Semelhante ao que Carvalho (2013) traz referente à modificação do conhecimento prévio trazido pelo aluno, Ausubel (1978) defende que:

A essência do processo de aprendizagem significativa é que ideias simbolicamente expressas sejam relacionadas de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária ao que o aprendiz já sabe, ou seja, a algum aspecto de sua estrutura cognitiva especificamente relevante para a aprendizagem dessas ideias (AUSUBEL, 1978, p. 41).

Ao discutir sobre o material que deve ser preparado pelo professor, Ausubel afirma que este deve abordar conteúdos que se relacionem com o cotidiano do estudante e seus interesses, pois, desse modo, os conceitos farão sentido e o aprendiz continuará estimulado a aprender, tendo em vista que, para a ocorrência da aprendizagem, é necessário que o aprendiz “queira realizar a ligação entre a nova informação e os conceitos já existentes em sua mente” (BESSA, 2011, p. 192).

Além da AS, Ausubel chama de Aprendizagem Mecânica (AM) a aprendizagem que acontece quando há pouca ou nenhuma interação dos conceitos subsunçores com o novo conhecimento (MOREIRA, 2014). Porém, essas duas classificações, AS e AM, não devem ser confundidas com a aprendizagem por descoberta e a aprendizagem por recepção, pois, para ele, tanto a aprendizagem por descoberta como a aprendizagem por recepção podem resultar em AS, isso dependerá de como os conceitos novos se relacionarão com os conceitos subsunçores.

Segundo Moreira (2011), a aprendizagem por recepção ocorre quando o aprendiz “recebe”, a partir de um livro, de uma aula, ou de alguma fonte, o conhecimento em sua forma final, em outras palavras no caso da aprendizagem por recepção o aprendiz não precisa descobrir para aprender. Já a aprendizagem por descoberta acontece quando o aprendiz primeiro descobre o que vai aprender.

Outro conceito trazido por Ausubel é o de organizadores prévios, que são materiais introdutórios utilizados pelos professores para organizarem os

conhecimentos subsunçores dos estudantes, ou seja, serve como “ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber” (MOREIRA, 2014, p. 163).

Ausubel também defende que para a ocorrência da AS é necessário que os materiais que serão aprendidos sejam relacionáveis à estrutura cognitiva do aprendiz, ou seja, devem ser potencialmente significativos (MOREIRA, 2014).

Indo ao encontro do que foi apontado anteriormente por Bessa (2011), outra condição para a ocorrência da AS é que o aprendiz esteja disposto a aprender, tendo em vista que ele é o responsável por fazer a ligação, em sua estrutura cognitiva, entre o que já sabe e o que aprenderá. Se o aprendiz não estiver disposto a aprender, pode acontecer a AM, ou seja, o material a ser aprendido pode ser apenas memorizado, arbitrária e literalmente (*ibid*). Assim como Bessa (2011), Ausubel (2000) afirma que a teoria da AS baseia-se:

Na proposição de que a aquisição e a retenção de conhecimentos (particularmente de conhecimentos verbais, tal como por exemplo na escola ou na aprendizagem de matérias) são o produto de um processo activo, integrador e interactivo entre o material de instrução (matérias) e as ideias relevantes da estrutura cognitiva do aprendiz, com as quais as novas ideias estão relacionadas de formas particulares (AUSUBEL, 2000, Prefácio).

Pelo fato de Ausubel ter elaborado a teoria da AS à luz da sala de aula, ele apresenta algumas funções que o professor deve cumprir e Bessa (2011) as cita em seu trabalho:

- Determinar a estrutura conceitual e proposicional da matéria;
- Identificar os elementos subsunçores;
- Diagnosticar o que os alunos já sabem;
- Ensinar utilizando materiais potencialmente significativos.

Portanto, é possível notar que:

O papel do professor está relacionado à organização dos conhecimentos dos alunos em torno dos elementos subsunçores, bem como, à tarefa de facilitador da aprendizagem por via de recursos específicos e diagnósticos precisos sobre as possibilidades cognitivas de cada aluno” (BESSA, 2011, p. 194).

Conforme citado anteriormente, escolhemos a teoria da AS como base para a análise dos significados produzidos pelos estudantes ao longo da implementação da SEI. Esta análise será pautada na produção e mudança dos significados explicitados pelos estudantes ao longo do processo. Conforme destaca Zompero (2012), para a

teoria da AS o significado é o produto emergente da interação entre o novo conhecimento, que é apresentado ao estudante, e o conhecimento prévio que ele já possuía em sua estrutura cognitiva e, portanto sua produção (do significado) pode ser vista como resultado do processo da AS.

É importante destacar que, conforme lembra Moreira (1999), a AS não é sinônimo de aprendizagem correta, ou seja, o estudante pode atribuir aos conceitos significados que para ele são significativos, mas que são considerados errôneos para a comunidade científica.

De acordo com Ausubel, Novak e Hanesian (2000), para que a aprendizagem seja considerada significativa, os significados emergentes do processo de aprendizagem devem ter as seguintes características: i) clareza; ii) estabilidade; iii) fornecerem suporte para a solução de problemas que não fazem parte do cotidiano dos estudantes. A organização dos significados na estrutura cognitiva de quem aprende pode ocorrer de forma subordinada, sobreordenada (ou superordenada) e combinatória.

A aprendizagem subordinada, ou a organização de significados por subordinação, ocorre quando o novo conhecimento ancora-se a conhecimentos prévios mais abrangentes já presentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Em outras palavras, os novos significados, oriundos da interação do conhecimento prévio mais geral e o novo conhecimento apresentado, serão diferenciados e mais específicos.

Por exemplo: se um indivíduo possui em sua estrutura cognitiva a ideia mais geral de planeta ao se apresentar as classificações de planeta rochoso e gasoso, essas novas informações contribuem para melhor definir o conceito de planeta de modo que essa nova informação subordina-se à que o indivíduo já tinha complementando-a. Segundo Zompero (2012, p.55) “na subordinação, ocorre o processo de diferenciação progressiva, no qual as ideias aprendidas recentemente vão se tornando mais diferenciadas e específicas”.

Ao contrário da aprendizagem por subordinação, a aprendizagem sobreordenada acontece quando um conceito mais geral é aprendido por meio de outros mais específicos. Ainda de acordo com Zompero (2012), a aprendizagem sobreordenada ocorre a partir de um raciocínio indutivo, ou seja, parte-se de conceitos mais específicos e posteriormente se generaliza.

Por fim, a aprendizagem combinatória acontece quando os significados emergem da interação de novas informações com conteúdos mais amplos presentes

na estrutura cognitiva e não com conceitos específicos. Este tipo de aprendizagem normalmente ocorre quando um estudante aprende por meio de uma analogia, ou seja, faz uso de uma informação mais geral e consistente presente em sua estrutura cognitiva para introduzir conceitos novos que são análogos.

No ensino de física, poderíamos citar como exemplo a analogia que muitos professores utilizam de campo gravitacional para introduzir o conceito de campo elétrico. Uma vez entendida a relação de atração entre massas em uma determinada região do espaço pode ser introduzida a relação que há entre a interação de cargas elétricas.

Tanto a aprendizagem sobreordenada quanto a combinatória ocorrem por meio de um processo denominado reconciliação integrativa que, segundo Moreira, (2011, p. 22) “é um processo da dinâmica da estrutura cognitiva que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências e integrar significados”.

Segundo Moreira (1995), tanto na aprendizagem sobreordenada quanto na combinatória podem-se explorar ideias, apontar similaridades ou diferenças importantes e reconciliar as discrepâncias reais ou aparentes.

### 2.3 ESTUDOS QUE APRESENTAM ARTICULAÇÃO ENTRE EI E AS

Tendo em vista que, para avaliar quais os significados foram produzidos pelos estudantes sobre o conteúdo de Gravitação ao longo da implementação da SEI utilizamos como aporte teórico a teoria da AS, entendemos como necessário verificar os resultados trazidos pela literatura referentes à articulação do EI com a teoria da AS.

Assim como o EI, a teoria da AS considera importante o encorajamento por parte dos professores, bem como o interesse e o engajamento por parte dos estudantes durante o processo de aprendizagem, frente a uma situação problema que estabeleça relação com seu cotidiano. É importante mencionar também que ambos julgam importante que se tome como base os conhecimentos prévios dos estudantes para, então, relacionado a estes, introduzir os novos conhecimentos.

De acordo com a teoria da AS, para que a aprendizagem dos estudantes seja significativa é essencial que os mesmos se mostrem pré-dispostos a aprender e esse fato demanda um maior comprometimento intelectual dos mesmos. De acordo com Pozo (2002), o estudante precisa ter um motivo para se esforçar, ou seja,

devem ser propostos a ele problemas que sejam relacionáveis à sua estrutura cognitiva e que o estimule na busca de soluções.

Ao fazerem referência à importância dos problemas para a perspectiva de ensino investigativa, Zompero e Laburú (2010) afirmam que:

Durante o desenvolvimento da atividade investigativa, os alunos, quando engajados no processo, mantêm-se intelectualmente ativos. No entanto, para favorecer esse engajamento, é necessário que o problema seja significativo ao aluno (ZOMPERO E LABURÚ, 2010, p. 17).

A partir da citação acima, podemos destacar que, tanto a teoria da AS quanto a perspectiva de ensino investigativa, possuem afinidades ao que diz respeito à importância do problema para o envolvimento dos estudantes nas atividades propostas. Ambas concordam que o problema deve ser capaz de estimular os estudantes a resgatarem seus conhecimentos prévios uma vez que, quando isso ocorre é exigido que os mesmos recriem, estabeleçam relações e mobilizem seus conhecimentos prévios para conseguirem solucionar o problema (Zompero e Laburú, 2010; Pozo 1998).

Quando o processo de resolução do problema é iniciado, é exigido que os estudantes levantem hipóteses e as confrontem na tentativa de comprovar suas suposições. Dessa forma o conhecimento prévio, presente em suas estruturas cognitivas pode sofrer modificações e neste caso de acordo com Zômpero et al. (2014):

Poderão ser evidenciados alguns tipos de aprendizagem significativa, como a subordinada, na qual a nova informação adquire significados em uma interação com os subsunçores presentes. Isso poderá levar à diferenciação progressiva, em que os conceitos já existentes reorganizam-se e adquirem novos significados (ZÔMPERO *et al.* 2014, p.14).

Outro ponto que deve ser ressaltado é que, tanto o EI quanto a AS, consideram importante a troca de conhecimento entre os pares por meio de discussões e comunicação de resultados. Segundo Zompero e Laburú (2010), a partir do momento em que os estudantes concluem a primeira etapa da resolução de um problema pela investigação (levantamento e confronto de hipóteses), eles devem compartilhar seus resultados por meio de relatórios ou comunicações orais e isso evidencia mais uma relação entre o EI e a AS, uma vez que:

Para elaborar relatórios é necessário que os alunos sistematizem seus conhecimentos e os expressem da maneira como entenderam, momento em que são evidenciados os significados que foram adquiridos (ZOMPERO E LABURÚ, 2010, p. 17-18).

Com relação à articulação entre EI e AS, baseada em suas pesquisas, Zômpero *et al.* (2014), afirmam que:

Foi possível estabelecer relações entre as características investigativas propostas pelo National Research Council, tais como: engajamento dos alunos, a priorização para a descoberta de evidências, explicações para elas por meio dos registros dos alunos, a conexão das explicações ao conhecimento científico e a comunicação, com aspectos relativos à teoria da Aprendizagem Significativa (ZÔMPERO *et al.*, 2014, p.1).

Corroborando com o que foi constatado por Zômpero *et al.* (2014) sobre as relações entre EI e AS, Vieira (2012, com base em sua pesquisa, afirma que, à medida que os professores estimulam a discussão e argumentação entre os estudantes, o EI mostra-se eficiente para promover a AS. Com relação ao EI, Vieira (2012) afirma ainda que o professor:

Ao abandonar a narrativa, o livro texto e o quadro de giz, deixando os alunos como centrais no processo, interagindo, discutindo e argumentando com autonomia, esta estratégia de ensino oportuniza uma negociação de significados levando a um processo de assimilação ou modificação de subsunçores, expressos nas falas dos estudantes, sendo possível a identificação da essência do novo conhecimento que construíram coletivamente, sem memorização do conteúdo (VIEIRA, 2012, p.128).

Frente à citação acima, percebemos que Vieira (2012) constatou em sua pesquisa que, quando o professor se mostra disposto a mudar suas práticas adotando o EI, essa estratégia desencadeia em um processo em que a aprendizagem ganha significado para o estudante.

Os resultados obtidos a partir do trabalho de Vieira (2012) indicam que, a conciliação do EI com os princípios da AS, é uma estratégia pouco utilizada pelos professores em suas propostas didáticas embora estas se mostrem capazes de:

Favorecer um estreitamento entre a realidade dos alunos e os conceitos científicos, oportunizar a discussão e a formulação de hipóteses, justificar os fenômenos estudados, além de mostrar o papel do professor como orientador e estimulador na aquisição do conhecimento pretendido e de outros conceitos envolvidos para a explicação do fato (VIEIRA, 2012, Resumo).

Conforme pudemos constatar, as experiências compartilhadas por Zômpero *et al.* (2014), Zompero e Laburú (2010) e Vieira (2012), demonstram um indicativo de que: existem afinidades entre o EI e a teoria da AS; estas afinidades possuem consistência e, devido à escassez de pesquisas que apresentam resultados na área, merecem ser investigadas.

### 3 METODOLOGIA

Nesta seção, buscamos fornecer ao leitor uma ideia da natureza em que se enquadra esta pesquisa, do contexto de sua aplicação e das etapas que contemplam tanto o seu desenvolvimento quanto o do produto educacional proposto. Também descrevemos aqui os procedimentos e os critérios utilizados para a análise dos dados.

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Tendo em vista que o principal objetivo deste trabalho é avaliar quais significados são produzidos pelos estudantes referentes ao conteúdo de Gravitação ao longo da implementação da SEI que aqui propomos como produto educacional, este estudo pode ser classificado como uma pesquisa qualitativa.

Alguns autores como Bogdan e Biklen (1994), Lüdke e André (1986), Fazenda et. al. (2010) apontam alguns aspectos que definem uma pesquisa qualitativa que estão contemplados na nossa pesquisa. Estes são: i) O ambiente onde está se investigando ou as situações estudadas são considerados a fonte direta dos dados e o pesquisador possui a função de coletar estes dados; ii) Os dados coletados, que serão posteriormente analisados, se tratam de descrições, que podem ser decorrentes de entrevistas, observações, relatos depoimentos, documentos, etc. iii) O foco da análise está tanto no processo quanto no produto, ou seja, as informações obtidas durante o processo possuem tanto valor quanto as obtidas ao final do mesmo; iv) O pesquisador fornece atenção aos significados atribuídos às situações pelas pessoas que fazem parte da investigação.

Classificar esta pesquisa como qualitativa é consistente, uma vez que todo o material de análise que utilizamos extraímos no local da implementação da atividade enquanto a mesma ocorria. As análises foram fundamentadas por estudos baseados nos registros oriundos das atividades propostas em sala de aula durante o processo (estudo diagnóstico, carta-resposta, registros individuais dos estudantes) e das análises das vídeo-gravações e dos áudios.

### 3.2 CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA

A implementação do produto educacional foi realizada durante as aulas de Física pela própria pesquisadora, também professora da turma, em uma escola da rede pública estadual, localizada no bairro Anita Garibaldi da cidade de Joinville/SC. Esta escola exerce suas atividades no período diurno e abriga aproximadamente 600 estudantes, estando estes matriculados nas séries iniciais, ensino fundamental e médio. O EM é disponibilizado pela escola somente no período matutino sendo composto por aproximadamente 300 estudantes. Existem na escola dois professores que ministram a disciplina de Física, ambos são habilitados e trabalham há mais de três anos com o ensino básico.

A escolha dessa escola se deu por três motivos: i) a pesquisadora está lotada como professora efetiva da disciplina de Física nesta unidade há cerca de três anos; ii) a escola pertence à rede pública de educação do estado de Santa Catarina; iii) a direção e os estudantes são receptivos e habituados a atividades de ensino diferenciadas (tais como o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – PIBID).

Há mais de quatro anos os professores efetivos da escola que ministram as disciplinas de história, arte e português são supervisores do PIBID e, portanto, desenvolvem projetos que contam com a participação dos bolsistas. Além disso, comumente são recebidos na escola estagiários de diversas disciplinas, uma vez que além da escola possuir um grande número de professores efetivos e habilitados ela se encontra na região central de Joinville, o que a torna um atrativo para estudantes que cursam universidades próximas.

Acreditamos que esse frequente contato dos professores e da escola com as universidades contribui para a implementação de propostas que envolvem pesquisas acadêmicas, pois como isso ocorre com frequência durante as aulas, os estudantes estão familiarizados com os instrumentos de pesquisa (questionários, equipamentos de vídeo gravações, gravadores de áudio).

Fizemos questão de que o produto fosse validado na realidade de uma escola pública para que pudéssemos identificar todas as dificuldades de implementação relacionadas à falta de estrutura da escola (considerando que muitas críticas são feitas à infraestrutura das escolas estaduais de Santa Catarina). A partir das dificuldades que encontramos, preocupamo-nos em apresentar no produto

educacional algumas sugestões que permitem ao professor adaptar a proposta em diferentes realidades.

A implementação abarcou dez aulas da disciplina de Física, ocorreu em uma turma de primeira série do EM, que frequenta o período matutino, e teve a duração de um mês, iniciando no final de outubro e concluindo em novembro de 2016. A escolha do nível escolar foi realizada no início do desenvolvimento do projeto de pesquisa, baseada no fato de que normalmente o conteúdo de Gravitação é trabalhado na primeira série do EM e que este nível, já tendo discutido os conceitos de referencial, movimento, repouso e Leis de Newton, possui os pré-requisitos necessários para a implementação da proposta.

Fizeram parte do estudo uma amostra composta por 24 estudantes que integravam a 1ª série 02 do EM. Porém, devido à falta de autorização (ANEXO A) dos responsáveis para a gravação dos áudios, imagens e divulgação dos dados, bem como a ausências de alguns estudantes ao longo da implementação, a amostra analisada possui variações. Por este motivo, durante a análise dos resultados, especificaremos a amostra considerada. A seguir, encontra-se o Quadro 1 com informações relacionadas ao gênero e à idade dos estudantes.

#### Quadro 1 - Identificação dos estudantes.

Estudante	Masculino	Feminino	Idade
E01		X	15 anos
E02		X	15 anos
E03		X	16 anos
E04		X	16 anos
E05	X		16 anos
E06	X		16 anos
E07		X	14 anos
E08	X		15 anos
E09		X	17 anos
E10	X		15 anos
E11	X		16 anos
E12		X	16 anos
E13		X	17 anos
E14		X	16 anos
E15		X	16 anos
E16		X	15 anos
E17	X		16 anos
E18	Não Autorizou		
E19		X	17 anos

E20		X	17 anos
E21	X		14 anos
E22	X		15 anos
E23	X		15 anos
E24	X		15 anos
Total	10	13	Média = 16 anos

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

A partir do Quadro 1, podemos verificar que os estudantes que compõem a amostra possuem uma faixa etária média de 16 anos e, para manter protegidas suas identidades durante a análise dos resultados, utilizaremos o padrão E01, E02... En ao fazer referência a eles. Para as transcrições, utilizaremos a letra “P” para identificar a professora, a letra “E” acompanhada de números para identificar os estudantes, o formato itálico entre aspas com o objetivo de destacar a fala de cada sujeito e os registros serão transcritos, conforme entregues, com pequenas correções literárias.

Ao encontro do que propõe o EI, a escolha do tema foi realizada pela pesquisadora por conta da afinidade que possui com o conteúdo e pelas necessidades encontradas na literatura, discutidas no capítulo 1. Porém, a construção da SEI ocorreu de maneira colaborativa a partir de discussões no Grupo de Estudos e Pesquisa em Ensino de Física e Tecnologia – GEPEFT, com colegas (mestrandos, orientadora, coorientador, outros professores, estudantes) que tinham a finalidade de buscar estratégias que se adequassem às teorias escolhidas.

### 3.3 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Durante a primeira fase do desenvolvimento da pesquisa, elaboramos dois questionários prévios: um dirigido aos professores atuantes no EM (APÊNDICE A) e outro aos estudantes do nível médio (APÊNDICE B). O objetivo da utilização deste instrumento de pesquisa foi identificar os interesses, as dificuldades, as concepções e as expectativas, tanto dos professores quanto dos alunos, referentes ao conteúdo de Gravitação e à maneira que deve ser feita a abordagem do mesmo. Os resultados que obtivemos a partir da aplicação do questionário voltado para os estudantes nos auxiliaram na elaboração da SEI (APÊNDICE C).

O questionário que foi desenvolvido para os professores de forma colaborativa com outros mestrandos foi encaminhado pelos estudantes do curso de Licenciatura em Física da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) que cursam a disciplina de Estágio Curricular Supervisionado nas escolas da cidade de Joinville e pela Gerência Regional de Educação do Município de Joinville, via e-mail. Junto aos questionários, foi encaminhada aos professores uma carta-convite (ANEXO B) que, além de apresentar a pesquisa, convidava-os a participar da mesma e um termo de consentimento livre e esclarecido (ANEXO C), que deveria ser assinado pelos professores para que os dados pudessem ser utilizados durante a pesquisa.

Este questionário contemplou questões que buscavam identificar se os professores discutem o conteúdo de Gravitação em sala. Em caso positivo: em que série(s) costumam abordar tais conteúdos; como conduzem a discussão e se utilizam práticas de ensino e recursos diferenciados durante a abordagem; em caso negativo: o que dificulta a abordagem deste conteúdo em sala de aula.

Dos questionários que foram encaminhados aos professores, somente doze retornaram respondidos. Como este retorno foi tardio, não conseguimos realizar a análise dos mesmos e, portanto, os dados fornecidos pelos professores não foram levados em conta durante a elaboração da SEI. Utilizamos os pontos levantados pelos professores no momento das considerações finais do trabalho para avaliar se a proposta contempla as necessidades elencadas por eles. A análise dos questionários respondidos pelos professores nos aponta que:

- i. 11 professores (91,6%) abordam o conteúdo de Gravitação em sala de aula; Destes: 8 professores (72,7%) o fazem na 1ª série do EM; 2 professores (18,2%) abordam na 1ª série e o retomam na 3ª série e; 1 professor (9,1%) aborda na 3ª série do cursinho pré-vestibular onde trabalha. Apenas 1 professor (9,1%) respondeu que não aborda o conteúdo de Gravitação em suas aulas e explicou que não o faz devido à falta de tempo e experiência para torná-lo prioridade;
- ii. Ao serem questionados sobre as dificuldades que encontram ao abordarem este conteúdo, apenas 9 professores responderam a questão. Destes: 2 professores (22,2%) alegaram não possuir dificuldades; 2 professores (22,2%) apontaram enfrentar dificuldades no momento em que exploram a parte matemática do conteúdo; 1

professor (11,1%) apontou a falta de tempo como a principal dificuldade; 1 professor (11,1%) mencionou ter dificuldades em encontrar materiais de apoio; 1 professor (11,1%) comentou que suas dificuldades se relacionam à *“falta de clareza por parte dos alunos entre aceleração da gravidade e velocidade ou aceleração horizontal”*; 2 professores (22,2 %) mencionaram sentir dificuldades em saber como conciliar as contribuições de Newton, Einstein e da Mecânica Quântica na hora de trabalhar o conteúdo;

- iii. Sobre os tópicos de Gravitação que julgam relevantes de serem abordados no EM, foram mencionados os conteúdos da história dos modelos planetários, leis de Kepler, ondas Gravitacionais, Cosmologia, mas o que nos chamou atenção foi o fato de 10 professores (83,3%) considerarem importante discutir em sala a evolução histórica da Gravitação e a Lei da Gravitação Universal;
- iv. No momento em que foram questionados sobre acreditar que tópicos de Gravitação podem contribuir com a formação da cidadania dos estudantes do EM, 10 professores (83,3%) responderam afirmativamente alegando em alguns casos que o estudante ao compreender alguns fenômenos relacionados ao Universo e a forma com que o conhecimento se desenvolve, muda a sua postura diante de algumas situações.

Já o questionário prévio direcionado aos estudantes possuiu o objetivo de identificar o que os mesmos pensam sobre o estudo da Física e do conteúdo de Gravitação e qual a importância destes para a sua formação como cidadão. Procurou também investigar os conhecimentos prévios que possuíam sobre o conteúdo de Gravitação, de que forma gostariam que fosse feita a abordagem de tal conteúdo e fez algumas indagações a respeito de conhecimentos que muitas vezes são aceitos sem nenhum tipo de questionamento, como por exemplo: “Você acredita que a Terra gira em torno do Sol ou que o Sol gira em torno da Terra? Justifique a sua resposta.”.

Estes questionários-diagnósticos foram aplicados no mês de março do ano de 2016 em três turmas de primeiro ano do EM da escola em que a pesquisadora leciona, totalizando uma amostra de 49 estudantes. Para a aplicação, os estudantes foram conduzidos até a sala de informática, onde responderam o questionário de

forma *online* por meio de um link que lhes foi compartilhado. A análise dos questionários destinados aos estudantes indica que:

- i. 46 estudantes (93,9%) acreditam que o estudo da Física pode lhes ajudar na compreensão dos fenômenos da natureza;
- ii. Apenas 26 estudantes (53,1%) já ouviram falar em Gravitação;
- iii. Somente 2% não possui interesse em estudar o conteúdo de Gravitação;
- iv. A maioria gostaria que o conteúdo fosse abordado por meio de vídeos, experimentos e simulações computacionais;
- v. 17 estudantes (34,7%) não sabem explicar o que entendem por Gravitação e 23 (46,9%) relacionam o conceito com a palavra gravidade;
- vi. 32 estudantes (65,3%) se referem à astronomia como o estudo dos astros;
- vii. 34 estudantes (69,4%) afirmam que é o Sol quem gira em torno da Terra, porém não conseguem explicar o porquê desta afirmação;
- viii. 40 estudantes (81,6%) afirmam que a Terra executa algum movimento de modo que 12 (24,4%) descrevem estes movimentos como “giros”, 20 (40,8%) mencionam “translação em torno do Sol” e 11 (22,2%) relatam “Rotação em torno do próprio eixo”; 5 estudantes (10,2%) acreditam que a Terra executa movimentos mas não sabem explicar quais e 8 estudantes (16,3%) responderam a questão mencionando os movimentos de Translação em torno do Sol e Rotação em torno do próprio eixo;
- ix. Ao serem questionados sobre as causas dos movimentos executados pela Terra, 3 estudantes responderam em termos de gravidade, 3 estudantes mencionaram forças gravitacionais, 12 estudantes mencionaram com que finalidade a Terra se movimenta (não o que causa seu movimento) e os outros 31 estudantes responderam em termos de outras causas naturais (magnetismo, terremotos, atmosfera, etc.), não souberam ou se dedicaram apenas a responder quais eram os movimentos;
- x. 20 estudantes (40,8%) não sabem explicar porque existem planetas mais próximos e outros mais distantes do Sol.

É importante mencionar que, antes da aplicação, os questionários-diagnósticos encaminhados aos estudantes foram: i) discutidos com a orientadora e com o coorientador; ii) submetidos à validação dos pares por meio de leitura e discussão; iii) aplicados a uma amostra de seis estudantes do mesmo nível escolar dos que participariam da implementação da SEI; reelaborados contemplando todas as exigências que haviam sido feitas.

Para a aplicação nas escolas, o questionário prévio direcionado aos estudantes foi submetido ao Comitê de Ética e, ao final, foram utilizados para a análise somente os dados fornecidos pelos estudantes que devolveram os termos de livre esclarecimento (ANEXO C) assinados pelos responsáveis. A submissão dos questionários ao Comitê de Ética foi realizada por meio da Plataforma Brasil - Ministério da Saúde, obtendo aprovação e identificação sob Número de CAAE: 55740416.5.0000.0118.

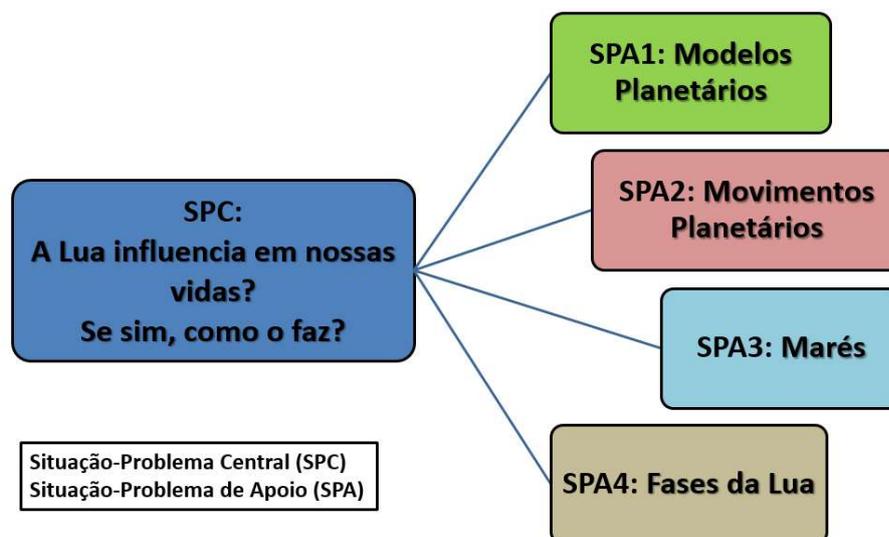
Após aplicação e análise dos questionários diagnósticos, realizamos uma busca de materiais com o objetivo de selecionar estratégias de ensino que contribuíssem para a elaboração da SEI.

Em paralelo ao desenvolvimento, validação, aplicação e análise dos questionários, nos dedicamos ao estudo do EI, da teoria da AS, de trabalhos que discutem a articulação entre ambos e demais bibliografias que propõem práticas diferenciadas de ensino acerca do conteúdo de Gravitação (textos históricos, textos de divulgação científica, simulações computacionais, vídeos e atividades experimentais).

O terceiro passo da pesquisa compreendeu o desenvolvimento da SEI (APÊNDICE C), que é composta por 10 aulas com duração de 45 minutos cada. A Figura 1, apresentada a seguir, ilustra como a SEI foi elaborada. Toda a investigação ocorre em torno de uma Situação-Problema Central (SPC) que tem o objetivo de averiguar se a Lua influencia em nossas vidas e em caso afirmativo de que maneira o faz.

Como essa situação-problema é ampla e para respondê-la são necessários subsunçores que estão relacionados a conceitos internos da Física, sentimos a necessidade de investigá-la por partes. Por este motivo, elaboramos quatro SPA's para auxiliar na discussão dos conceitos que consideramos fundamentais.

**Figura 1 - Organização das Situações-Problema por cor.**



Fonte: Elaborada pela autora, 2017.

Durante todas as etapas da construção da SEI, sempre tivemos a preocupação de criar uma sequência que contemplasse todas as etapas elencadas por Carvalho (2013), tais como:

1. Apresentação do problema pelo professor;
2. Apropriação do problema por parte do estudante;
3. Levantamento, teste de hipóteses e solução do problema por parte do estudante;
4. Sistematização do conhecimento adquirido;
5. Aplicação deste conhecimento em novos contextos.

Abaixo, encontra-se o Quadro 2, que apresenta a descrição aula-por-aula das atividades contempladas na SEI, onde cada Situação-Problema De Apoio (SPA) está classificada por cor, conforme a Figura 1, que apresentamos anteriormente.

É possível verificar em nossa proposta que existe a repetição do ciclo de etapas. Julgamos necessária essa repetição pelo fato de que, ao longo da SEI, vários conceitos internos da Física relacionados ao conteúdo de Gravitação são abordados. Conceitos estes que exigem abstração por parte dos estudantes, o que, de acordo com o nosso entendimento, justifica as repetições, pois, quanto mais materiais de suporte oferecermos aos estudantes e quanto mais discutirmos as situações-problema, mais condições proporcionamos para a produção de significados

Quadro 2 - Descrição da SEI aula-por-aula.

Nº (Data)	TÍTULO	AÇÕES DE ENSINO/APRENDIZAGEM
01 (27/10)	<b>Apresentação da SPC</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação da Situação-Problema Central (SPC) por meio da leitura de uma carta fictícia acompanhada de uma apresentação digital.</li> </ul>
02 (31/10)	<b>SPA1 - Introdução aos Modelos Planetários</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação da Situação-Problema de Apoio número 01 (SPA1) – Modelos Planetários a partir de um Vídeo.</li> <li>• Proposição da Questão de Apoio (QA) número 01.</li> </ul>
03 (01/11)	<b>Sistematização “Modelos Planetários” + SPA2 - Introdução à Gravitação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação de um Vídeo (para o confronto de hipóteses).</li> <li>• Sistematização do conhecimento.</li> <li>• Introdução da SPA2 – Introdução à Gravitação, por meio da proposição das QA's nº 02, 03 e 04.</li> </ul>
04 (03/11)	<b>Evolução Histórica da Gravitação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discussão entre os pares das respostas atribuídas às QA's 02, 03 e 04.</li> <li>• Proposta de um Texto Histórico para leitura.</li> <li>• Proposição de questões norteadoras para a leitura do texto (QT's).</li> </ul>
05 (07/11)	<b>Discussão e Sistematização das SPA2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mediação da discussão e sistematização das respostas atribuídas às questões norteadoras.</li> <li>• Apresentação de um vídeo auxiliar para a sistematização final das QA's 02, 03 e 04.</li> </ul>
06 (08/11)	<b>Simulando e Modelizando a Lei da Gravitação Universal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação da SPA3 a partir de uma simulação computacional que visa a modelização e a sistematização da Lei da Gravitação Universal.</li> </ul>
07 (10/11)	<b>Contextualizando o conhecimento: Marés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mediação da discussão da SPA3 a partir de uma Notícia que envolve a variação da Maré na cidade de Joinville.</li> <li>• Utilização do recurso “Tábua de Marés” para confronto de hipóteses da SPA3 e responder as QA's 5, 6 e 7.</li> </ul>
08 (17/11)	<b>As Fases da Lua Influenciam nas Marés?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mediação da discussão e da sistematização das QA's 5, 6 e 7.</li> <li>• Introduzir a partir de questões levantadas em sala e com o auxílio de uma animação interativa a SPA4.</li> </ul>
09 (21/11)	<b>SPA4: Fases da Lua</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mediar a discussão e o confronto de hipóteses levantadas sobre a SPA4, por meio de uma atividade experimental.</li> <li>• Sistematização do conhecimento construído a partir das reflexões propostas pela SPA4.</li> </ul>
10 (22/11)	<b>Respondendo à Carta-Fictícia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistematização e comunicação dos conceitos centrais do conteúdo de Gravitação, discutidos ao longo da sequência, por meio das respostas atribuídas às SPA's.</li> <li>• Sistematização das respostas que contemplam a SPC.</li> </ul>

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

### 3.4 INSTRUMENTOS DE PESQUISA E PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES

Os instrumentos de pesquisa que utilizamos para a análise da produção dos significados foram os documentos/registros oriundos das produções textuais dos estudantes propostas ao longo da SEI, assim como as vídeograções e os áudios que foram registrados durante a implementação.

A teoria da AS foi escolhida como suporte teórico à avaliação da aprendizagem, pois nos permite avaliar a produção/modificação de significados por parte dos estudantes frente às atividades propostas.

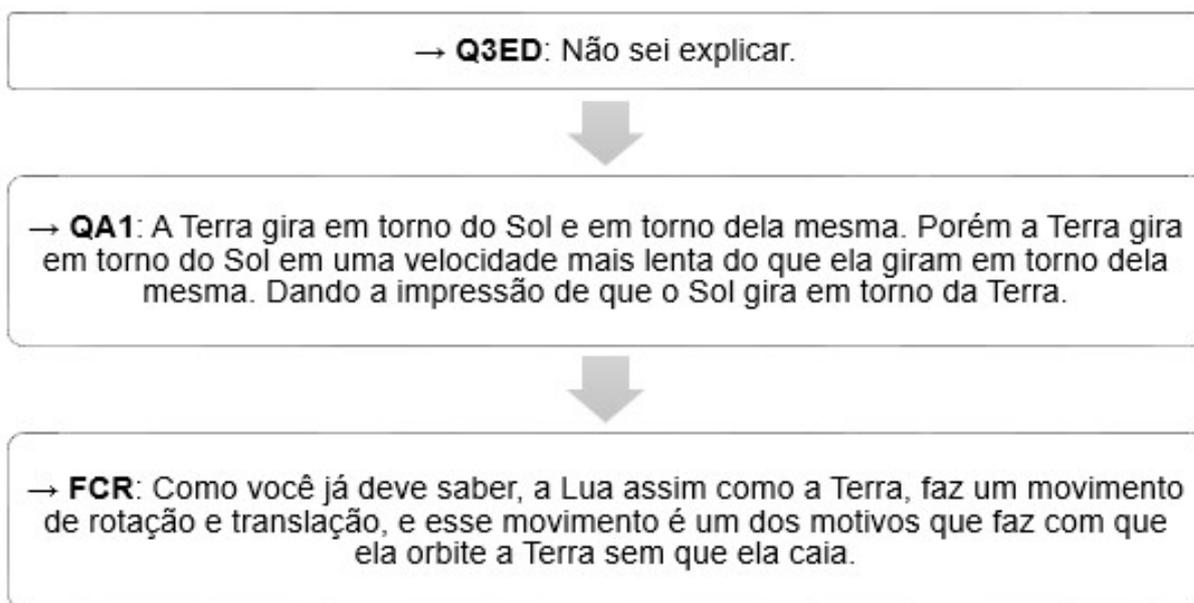
Para avaliar quais significados foram produzidos/modificados pelos estudantes ao longo da implementação da SEI e de que forma estes se relacionaram com o conhecimento que os estudantes já possuíam, realizamos uma comparação entre as respostas atribuídas pelos mesmos às questões do Estudo Diagnóstico (ED) e à carta fictícia, buscando avaliar se: i) as respostas fornecidas pelos estudantes sofreram influências ou não do que foi discutido em sala; ii) os significados produzidos pelos mesmos classificam-se como subordinados, sobreordenados ou combinatórios e; iii) as novas informações ancoradas em suas estruturas cognitivas fornecem suporte para responder outras questões.

É importante mencionar que, para discutir os resultados, primeiro analisamos os significados produzidos e modificados em cada SPA para depois expandirmos essa análise para a SPC. Isto posto, os critérios para a seleção das respostas dos estudantes, bem como os critérios de comparação, serão especificados em cada análise.

Ao final da análise dos significados produzidos ao longo da cada SPA, apresentamos uma quadro sintético com o objetivo de ilustrar de que forma (subordinada, sobreordenada ou combinatória) ocorreu a organização dos significados na estrutura cognitiva dos estudantes pertencentes à amostra analisada.

No momento de analisar a produção/modificação dos significados, para facilitar a comparação dos registros fornecidos pelos estudantes nos diferentes momentos da pesquisa, as informações serão dispostas em diagramas que nos quais foram construídos níveis com o objetivo de organizar de forma cronológica os significados expressos pelos estudantes ao longo da implementação. A seguir, a Figura 2 apresenta um exemplo do que acabamos de explicar:

**Figura 2 - Exemplo da organização cronológica das respostas dos estudantes em níveis.**



Fonte: Elaborada pela autora, 2017.

As análises da produção de significados das SPA's números 1, 2 e 3 foram realizadas a partir da comparação entre as respostas fornecidas pelos estudantes: às Questões do Estudo Diagnóstico (QED) (APÊNDICE D), às Questões de Apoio (QA), propostas ao longo da implementação da SEI, e Fragmentos da Carta-Resposta (FCR). Já a análise dos significados produzidos ao longo da SPA4 ocorreu a partir da comparação entre as respostas que os estudantes forneceram no momento do ED e às questões feitas pela professora durante a discussão filmada em sala. Para a análise da SPC, tomamos como base a comparação das respostas fornecidas pelos estudantes ao ED e aos FCR.

Devido ao tamanho da amostra, para analisarmos a produção e mudança de significados ao longo da SEI, fizemos uma seleção de três estudantes diferentes para cada SPA. Os critérios para a escolha da amostra tiveram como base as respostas dos estudantes. Ao invés de selecionarmos um único grupo de estudantes para verificar a evolução de seus significados ao longo da implementação da SEI, decidimos, ao longo de toda a análise dos resultados, avaliar para cada SPA uma amostra distinta de estudantes. Isso nos possibilitou avaliar a produção e modificação dos significados da maioria que compôs a amostra.

Para a análise referente as SPA's 1 e 2, foram selecionados estudantes que: **i) não apresentaram respostas à questão do ED e que forneceram respostas consistentes cientificamente à QA; ii) apresentaram respostas inconsistentes cientificamente ao ED e mantiveram a inconsistência na resposta à QA; e iii) apresentaram respostas consistentes cientificamente à questão do ED e mantiveram a consistência na resposta à QA.**

Os critérios adotados para a seleção dos estudantes que tiveram suas respostas analisadas na SPA3 precisaram ser reestabelecidos devido à grande quantidade de troca de informações entre os mesmos (respostas idênticas), e serão discutidos com detalhes na seção 4.3 do próximo capítulo. Para este caso, foram selecionados estudantes que: **i) não haviam apresentado respostas semelhantes aos outros e; ii) ainda não haviam tido suas respostas analisadas.**

Devido a uma falha ocorrida na hora de coletar as respostas atribuídas pelos estudantes às QA's propostas ao longo da SPA4, tivemos que adotar novamente, novos critérios para a seleção dos estudantes que tiveram suas respostas analisadas. Desta vez, independente da consistência científica das respostas fornecidas ao ED, **selecionamos os estudantes que mais participaram das interações discursivas que ocorreram durante a discussão em sala de aula no momento da sistematização.**

Em paralelo à análise dos significados realizada à luz da teoria da AS, utilizamos os etapas elencadas por Carvalho (2013) com a finalidade de validar a SEI que propomos neste trabalho sendo este um dos focos centrais deste trabalho de mestrado.

Na fase final da pesquisa, a SEI sofreu uma reestruturação para, então, compor o produto educacional do mestrado profissional que será disponibilizado e compartilhado com a comunidade. Tentamos reelaborar a SEI de forma a contemplar todas as modificações que se mostraram necessárias durante a implementação e ao final da análise dos dados. Encontramos dificuldades que levaram à indicação de mudanças. As referidas dificuldades e mudanças serão elencadas nas considerações finais.

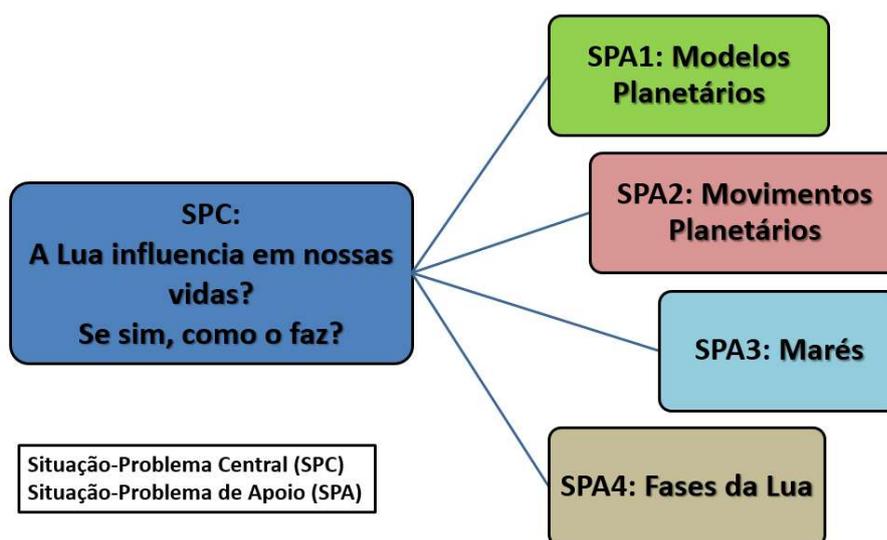
Sabemos que nem sempre o professor que utilizará o produto se interessará pela pesquisa. Sendo assim anexamos ao produto educacional, orientações direcionadas ao professor que não utilizará a proposta para fins de pesquisa.

#### 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Conforme já mencionamos anteriormente, para analisar a produção e modificação dos significados dos estudantes, escolhemos como aporte teórico a teoria da AS. De acordo com o que defendem Ausubel, Novak e Hanesian (2000), para que a aprendizagem seja considerada significativa, os significados emergentes do processo devem ter as seguintes características: **i) clareza; ii) estabilidade; iii) capacidade de fornecer suporte para a solução de problemas não familiares aos estudantes**. Complementarmente, entendemos que a aprendizagem só pode ser classificada como significativa se os estudantes conseguem utilizar os significados que produziram em novas situações que lhes são propostas.

Com a finalidade de contribuir para a produção de significados que possuam as características citadas acima, a SEI que propomos no APÊNDICE C está estruturada, conforme ilustrado na Figura 1, em torno de um conjunto formado por quatro Situações-Problema de Apoio (SPA), que têm como objetivo auxiliar na resolução de uma Situação-Problema Central (SPC).

**Figura 1 - Organização das Situações-Problema por cor.**



Fonte: Elaborada pela autora, 2017.

Por conta disto, a discussão referente à análise dos significados, que será apresentada na sequência, foi realizada em etapas. Inicialmente, analisamos os significados produzidos e modificados em cada SPA e, posteriormente, essa análise será expandida para a SPC.

Em paralelo à análise dos significados, apresentaremos, ao longo do texto, as etapas da SEI elencadas por Carvalho (2013), que foram contempladas nas atividades propostas ao longo das SPA. Faremos isso com o objetivo de discutir a partir de quais ações, desenvolvidas com base no EI, houve produção ou mudança de significados dos estudantes.

O Quadro 3, apresentado a seguir, explicita as correspondências existentes entre as aulas ministradas e as etapas que devem ser contempladas em uma SEI. Cada círculo colorido representa uma etapa da SEI e as correspondências foram classificadas conforme a legenda ao lado.

**Quadro 3 - Etapas de uma SEI contempladas em cada aula.**

Nº (Data)	ETAPAS DA SEI
01 (27/10)	
02 (31/10)	
03 (01/11)	
04 (03/11)	
05 (07/11)	
06 (08/11)	
07 (10/11)	
08 (17/11)	
09 (21/11)	
10 (22/11)	

-  APRESENTAÇÃO DE UM PROBLEMA CONTEXTUALIZADO
-  LEVANTAMENTO DE HIPÓTESES
-  TESTE DE HIPÓTESES
-  SISTEMATIZAÇÃO DO CONHECIMENTO
-  CONTEXTUALIZAÇÃO

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

#### 4.1 SITUAÇÃO-PROBLEMA DE APOIO N° 01 (SPA1) – MODELOS PLANETÁRIOS

Para a análise dos significados produzidos a partir da implementação da SPA1 – “Modelos Planetários”, selecionamos uma amostra de estudantes que cumpriram os critérios especificados anteriormente na metodologia. Estas análises foram realizadas a partir das respostas atribuídas pelos estudantes à Questão número 3 do Estudo Diagnóstico (Q3ED), Questão de Apoio número 1 (QA1) e Fragmentos da Carta Resposta (FCR).

A SPA1 foi introduzida aos estudantes por meio da apresentação de um vídeo que foi filmado na escola e mostra a variação da posição do Sol no céu ao longo da manhã. Foi evidente a empolgação da turma diante do vídeo: apontavam a caixa d’água conhecida por eles; acompanhavam com os dedos o caminho descrito pelo Sol no céu; chamavam a atenção uns dos outros para mostrar o momento em que o Sol “se escondia” atrás da caixa d’água. Após a apresentação do vídeo e os questionamentos sobre o local que o mesmo havia sido filmado, a professora propôs à turma a QA1. A reação dos estudantes diante do vídeo e a maneira como foi utilizado para inserir a SPA1 certamente foi determinante para que os mesmos se apropriassem do problema.

Como Carvalho (2013), aponta, toda SEI deve ser iniciada por um problema que instigue a curiosidade dos estudantes a ponto de que se apropriem dele. Após a QA1 ser proposta os estudantes, individualmente utilizaram suas concepções espontâneas/conhecimentos prévios, para respondê-la. Em outras palavras, neste estágio aconteceu o levantamento individual de hipóteses por parte dos estudantes.

Na sequência, as respostas individuais dos estudantes foram compartilhadas e discutidas no grande grupo. Chamamos atenção aqui para o momento da troca de conhecimento entre os pares, no qual houve a conclusão da 2ª etapa de uma SEI. Com o auxílio de um vídeo<sup>1</sup>, dinâmico e divertido extraído da rede, os estudantes puderam confrontar suas hipóteses (3ª etapa de uma SEI). Ao final do confronto de suas hipóteses foi feita a sistematização, momento este em que o conhecimento construído e as conclusões obtidas são organizados oralmente. Na sequência, a professora solicitou aos estudantes que verificassem se seriam necessárias mudanças às respostas que haviam fornecido à QA1. Alguns estudantes

---

<sup>1</sup> Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=2IS7DZeqOao> ; Acessado em: 23/05/2017 às 15:19.

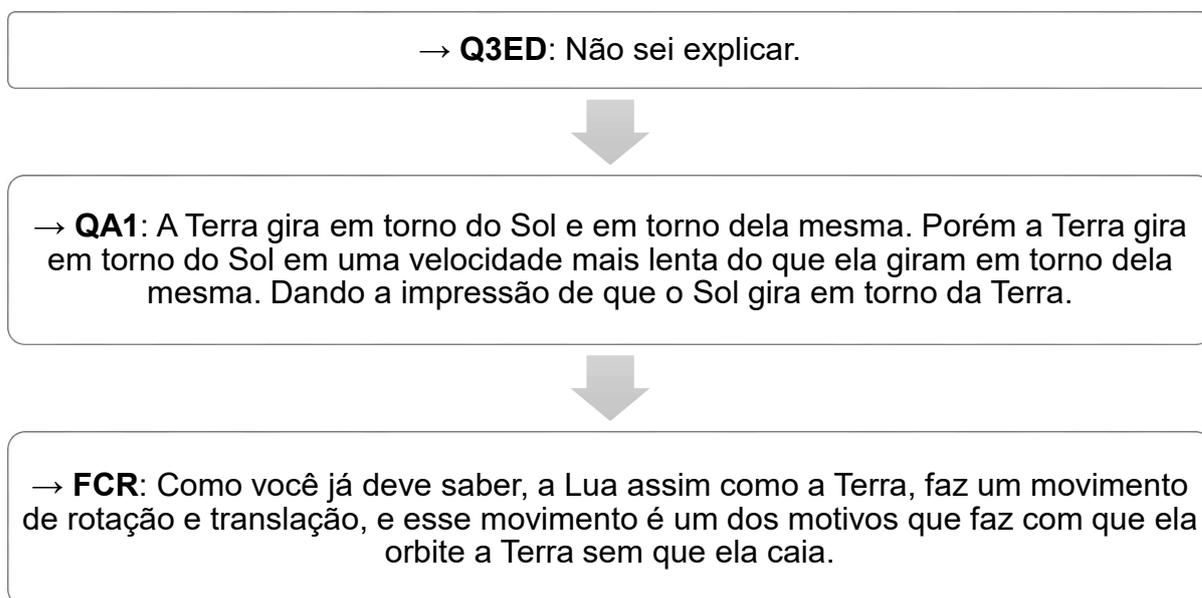
responderam que sim e isso fica mais evidente no comentário da E02: *“Agora eu sei explicar porque é verdade que a Terra gira em torno do Sol”*.

É importante mencionar que tanto a Q3ED quanto a QA1 solicitaram, por meio de contextos diferentes, que os estudantes respondessem se o Sol gira em torno da Terra ou se a Terra gira em torno do Sol e explicassem o movimento. Para esta questão, o conceito de referencial, que foi discutido com a turma no 2º bimestre, bem como a combinação dos movimentos de rotação e translação executados pela Terra, são subsunçores que consideramos relevantes e suficientes para a resposta destas questões. Após a análise, percebemos que a maioria dos estudantes utilizou a combinação dos movimentos de rotação e translação descritos pela Terra para explicar o movimento e que apenas dois estudantes utilizaram significados relacionados ao conceito de referencial para responder as questões. Este fato nos mostra que a maioria dos estudantes não produziu significados claros e estáveis com relação ao conceito de referencial no momento em que este foi discutido no 2º bimestre.

Dentre todos os estudantes que responderam a Q3ED somente o E08 não forneceu resposta à questão e, por este quesito, ele foi um dos escolhidos para análise. Os estudantes que forneceram respostas inconsistentes à Q3ED e que se mantiveram inconsistentes na QA1 foram E09, E13 e E14, optou-se em analisar a resposta da E14 pelo fato desta fornecer mais elementos para a análise. Com relação aos demais estudantes pode-se afirmar que E01, E02, E05, E06, E07, E10, E12, E15, E17, E20, E21, E22, E23 forneceram respostas coerentes cientificamente à Q3ED e a mantiveram consistente na QA1. Porém destes, o E07, E10 e E15 responderam a questão do ED de forma consistente, contudo não a explicaram; por este motivo, foram descartados da seleção para análise. Optou-se então por selecionar o estudante que forneceu explicações detalhadas às questões. Destes, podemos destacar E18 (não autorizou a divulgação dos registros) e E23, que utilizaram para responder a QA1 o conteúdo de referencial (subsunçor apontado como relevante).

A seguir, apresentamos a análise das respostas do E08, da E14 e do E23 atribuídas às Q3ED, QA1 e FCR que nos permitem discutir as mudança/produção dos significados produzidos pelos mesmos a partir das atividades investigativas que propusemos.

#### 4.1.1 Significados produzidos pelo E08



Conforme pode-se perceber por meio do diagrama acima, o E08 não expressou significado algum diante da Q3ED, referente à SPA1. Talvez pelo fato de não termos discutido este conteúdo propriamente dito até o presente momento, o estudante não tenha se sentido confortável para expor seus conhecimentos prévios. É válido lembrar que, no 2º bimestre, foi discutido com a turma o conceito de referencial e o fato do estudante não ter feito uso deste para responder a SPA1 pode indicar que os significados produzidos pelo mesmo com relação a este conceito não possuem clareza e estabilidade suficiente para que ele se sinta a vontade em utilizá-los como subsunçor.

Após a SPC ter sido apresentada, os estudantes estarem a par do que seria estudado e um vídeo que mostra a variação da posição do Sol no céu ao longo do dia ter sido rapidamente discutido, os mesmos foram convidados a utilizar seus conhecimentos prévios para responder a QA1. Essa QA propõe a mesma situação-problema trazida pela Q3ED, contudo o faz por meio de um contexto diferente.

Ao analisarmos a resposta fornecida pelo E08 à QA1, podemos notar que o mesmo explicou de uma maneira coesa o movimento da Terra com relação ao Sol e fez uso de argumentos para explicar inclusive o porquê temos a impressão de que o Sol gira em torno da Terra; compara o movimento da Lua com relação à Terra, ao movimento da Terra com relação ao Sol e faz uso dessa comparação, combinada a

Teoria da Gravitação Universal para explicar o porquê a Lua não despenca em direção à Terra. A nova postura adotada pelo estudante ao responder a questão, demarcada aqui pela clareza e objetividade com que expõe seus significados, traz evidências da produção dos mesmos.

É interessante destacar que, até o presente momento, não havíamos realizado a sistematização do conteúdo e sequer a discussão formal no grande grupo; apenas tínhamos apresentado a SPA1 por meio de um vídeo. Por este motivo, é realmente intrigante que, mesmo o estudante não tendo contato com organizadores prévios que o auxiliassem a responder à questão, tenha conseguido fornecer de forma cientificamente coerente, uma resposta à QA1.

A partir da empolgação do estudante ao perceber que o vídeo que estava sendo apresentado havia sido filmado na própria escola, observada *in loco*, é possível afirmar que o recurso utilizado contribuiu para a pré-disposição do mesmo em aprender e, portanto, estimulou-o na reflexão e na elaboração de uma resposta consistente. Zompero (2012, p.74), ao falar sobre o processo de reconciliação integrativa, afirma que “quando novas informações são adquiridas, os elementos existentes na estrutura cognitiva do indivíduo podem reorganizar-se, produzindo novos significados”. E, ainda, “a utilização de modos e formas variadas de representações nas atividades de ensino, estimula a reorganização das ideias dos alunos para construírem significados científicos mais coesos (*ibid*, p.74)”. Esse fato explica o que houve com o E08.

Ao término da discussão das QA's que forneceram embasamento para a solução da SPC, os estudantes deveriam utilizar os significados que produziram ao longo da SEI para responder as questões trazidas pela carta que lhes foi apresentada no início da atividade.

A partir de fragmentos extraídos da carta resposta, que fazem referência à SPA1, podemos notar que o E08 utiliza os significados que produziu ao longo da SEI para responder a questão trazida pela carta, quando tenta explicar o que impede a Lua de “despençar” na direção da superfície do planeta. Ao dizer “*a Lua assim como a Terra, faz um movimento de rotação e translação*” o estudante evidencia essa transposição e fornece indícios da produção de significados de forma combinatória, uma vez que, faz uso do significado produzido, utilizado para discutir o movimento da Terra com relação ao Sol, para explicar o porquê a Lua permanece no céu todas as noites.

Ao analisarmos o processo de produção/mudança de significados do estudante E08 podemos dizer que referente a SPA1 a sua aprendizagem foi significativa, pois o estudante utilizou os significados que produziu ao longo da SEI para responder novas questões que lhes foram propostas.

#### 4.1.2 Significados produzidos pela E14

→ **Q3ED**: O Sol, porque podemos pegar "utilizar" um ponto fixo um prédio, alguma coisa, podemos ver que o Sol nasce em uma região e se "põe" em outra.



→ **QA1**: Na minha opinião é o Sol que gira em torno da Terra, é como se tivesse um círculo! Como a Terra ela é oval, quando ela começa a se mexer, é desta maneira que o Sol vai se deslocando de um ponto para o outro... por isso ela nasce em um ponto e se põe em outro!



→ **FCR**: A Lua fica girando em torno da Terra e a Terra em torno do Sol.

Ao observarmos a resposta atribuída pela E14 à Q3ED, percebemos que a mesma utilizou um exemplo para validar sua resposta. A resposta atribuída pela E14 mostra que, apesar de já ter tido contato com o conteúdo de referencial, a estudante possui dificuldades em avaliar o movimento do Sol sem ter a Terra como referência, ou o próprio ponto fixo como menciona. Este fato evidencia que no momento da discussão do conceito de referencial, no 2º bimestre a E14, assim como o E08, não produziu significados claros e estáveis o bastante para auxiliá-la a responder novas questões. Também é válido considerar que os significados expressos pela E14 neste momento do ED, apesar de incoerentes cientificamente, são aceitáveis, frente ao fato de que ainda não se tinha discutido o conteúdo que aborda a evolução dos modelos planetários.

Para a QA1, a resposta oferecida pela E14 é bastante confusa. Apesar de, neste caso, a estudante não demonstrar segurança ao responder como houve no

ED quando sem hesitar respondeu “O Sol”, ao iniciar a frase com a expressão “*Na minha opinião (...)*” ela demonstra não estar segura de sua resposta, o que é confirmado pela confusão que as frases ambíguas trazem, que ora dão a entender que é o Sol que gira em torno da Terra e ora de que é a Terra quem gira em torno do Sol. É possível que esta confusão indique o momento em que a estudante passa por um processo de ressignificação, uma vez que, ao tentar organizar seus pensamentos em palavras, evidencia que não está completamente certa do que diz.

Ainda que implicitamente, percebe-se, por meio da frase a seguir, que a estudante tenta utilizar uma combinação de movimentos para explicar sua teoria “*Como a Terra ela é oval, quando ela começa a se mexer, é desta maneira que o Sol vai se deslocando de um ponto para o outro*”, isso indica que a mesma utiliza algo que já sabe (que a Terra se move) para defender sua teoria com o intuito de solucionar o problema.

Ao verificarmos a carta resposta escrita pela E14, encontramos vestígios de que realmente houve mudança nos significados apresentados por ela no ED e na QA1, uma vez que neste estágio final, sem dar muitos detalhes, a mesma afirma com certeza que a Lua gira em torno da Terra e que a Terra gira em torno do Sol, conforme transcrito no nível 3 do diagrama acima. Embora esta resposta esteja cientificamente correta, ao verificarmos os registros de áudio e vídeo não encontramos evidências do momento exato em que houve a ressignificação. Contudo, acreditamos que a apresentação da SPA1, por meio do vídeo filmado na escola, contribuiu para o processo de ressignificação. Mais uma vez, este fato vai ao encontro do que defende Zompero (2012) em sua fala relacionada à utilização de formas e modos variados de representação, citada anteriormente.

### 4.1.3 Significados produzidos pelo E23

→ **Q3ED**: No universo, a estrela é o astro-rei de todo o sistema solar. Todos os outros astros a orbitam. Cada um com sua determinada órbita.



→ **QA1**: O Sol é o nosso astro-rei, com a sua gravidade gigantesca todos os outros astros o orbitam. A Terra também gira em torno do seu próprio eixo, isso explica o porque do Sol atravessar o céu. Mas por que parece que ele é que está se mexendo? O exemplo de como pode explicar isso: As montanhas se mexem para nós, mas é a gente que está em movimento, o mesmo acontece com o Sol.



→ **FCR**: A Terra é um planeta que habita o sistema-solar com vários outros planetas, e todos giram ao redor do Sol.

Diferente dos outros dois estudantes, E08 e E14, o E23 apresentou, já no momento do ED, uma resposta coerente com o que defende a ciência. Ainda neste primeiro estágio a resposta do estudante explicitou de forma clara e organizada os significados existentes na sua estrutura cognitiva, uma vez que, é possível observar a partir da resposta fornecida à Q3ED que o mesmo tem como verdade que todos os outros astros orbitam o Sol. A forma como respondeu a questão, utilizando um conhecimento mais geral referente aos corpos que orbitam o Sol, como justificativa para explicar por que é a Terra quem orbita o Sol, e não o contrário, nos permite classificar seus significados como subordinados, uma vez que o mesmo faz uso de um conhecimento mais geral já existente em sua estrutura cognitiva para explicar um caso mais específico.

Frente à resposta concedida pelo E23 à QA1, torna-se evidente o enriquecimento dos significados que o mesmo apresentou se compararmos essa nova resposta com a anterior que o mesmo forneceu à Q3ED. Neste caso o termo “enriquecimento de significados” se refere à aquisição de detalhes que a explicação ganhou, mantendo-se cientificamente coesa. A pré-disposição do estudante em não economizar detalhes para explicar sua resposta por meio de um exemplo, que faz referência ao conteúdo de referencial (subsunçor), endossa mais uma vez a

mudança de postura após ter tido contato com o vídeo que apresentou a situação-problema.

A menção dos movimentos dos planetas feita pelo estudante no FCR traz evidências da sobreordenação de seus significados, uma vez que o estudante utiliza um aspecto mais específico já conhecido por ele (que a Terra orbita o sistema solar assim como os outros planetas) para explicar o comportamento (órbita) dos outros planetas.

Em relação à aprendizagem do E23, podemos afirmar que foi significativa, pois as respostas atribuídas pelo mesmo às questões e os FCR nos mostram que o estudante possui condições de utilizar os significados que construiu para responder questões diferentes da que lhe foi proposta.

A partir do Quadro 4, que se encontra abaixo, apresentamos, de maneira resumida, de que forma os significados expressos pelos estudantes ao longo da SPA1 se relacionam com o conhecimento presente em suas estruturas cognitivas.

**Quadro 4 - Relação dos significados expressos durante a SPA1 com conceitos pré-existentes na estrutura cognitiva.**

Estudante	Q3ED	QA1	FCR	
E08	S/R	Subordinada	Combinatória	 Resignificou
E14	Subordinada	Transição	Combinatória	 Resignificou
E23	Subordinada	Subordinada	Sobreordenada	 Mantve Consistente

S/R – Sem resposta  
I/A – Impossível analisar

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

#### 4.2 SITUAÇÃO-PROBLEMA DE APOIO N° 02 (SPA2) – CAUSAS DOS MOVIMENTOS PLANETÁRIOS

Ao que diz respeito à análise das respostas fornecidas pelos estudantes ao longo da implementação da SPA2, que busca discutir quais são as causas dos movimentos planetários, selecionamos uma amostra de estudantes que cumpriram os critérios já definidos para a SPA1. Essa situação-problema possui o objetivo de promover uma reflexão sobre o que levou Isaac Newton a propor a Teoria da Gravitação Universal.

Além de solicitar que os estudantes explicassem o que mantém os planetas (e a Lua) em órbita, a SPA2 buscou promover uma discussão sobre como o trabalho científico requer esforço e por conta disso não acontece repentinamente. Como os estudantes já haviam se apropriado do problema proposto pela SPA1, foi a partir da resposta que eles trouxeram à QA1 que a SPA2 foi introduzida e portanto, cumpriu-se novamente a etapa número 1 de uma SEI. Após a professora ter entregue as QA's número 2, 3 e 4 os estudantes, assim como na SPA1, levantaram hipóteses na tentativa de respondê-las (etapa 2 de uma SEI). Hipóteses estas que foram discutidas no grande grupo após serem desenvolvidas individualmente.

O confronto das hipóteses (etapa 3 de uma SEI) ocorreu a partir da leitura de um texto histórico encontrado em um livro didático que discute, além das causas dos movimentos planetários, a veracidade do famoso episódio da queda da maçã onde supostamente Newton, após presenciar tal acontecimento, teria compreendido porque a Lua não despenca na direção da Terra. A observação que realizamos *in loco*, mostrou-nos que, apesar da estratégia escolhida não ter sido tão prazerosa para os estudantes quanto o vídeo que foi apresentado, a discussão do texto permitiu que a professora chamasse a atenção para os mitos que envolvem a história da ciência.

Após as discussões, foi apresentado à turma outro vídeo, que foi extraído da internet, com os objetivos de: auxiliar na visualização das causas dos movimentos planetários e contribuir para a sistematização de todas as QA's propostas ao longo da SPA2. Essa sistematização foi formalizada na lousa com o auxílio dos estudantes e pode ser considerada a 4ª etapa da investigação.

Com relação à análise dos significados explicitados pelos estudantes que fazem referência à SPA2, analisamos as respostas fornecidas: à Questão 4 do Estudo Diagnóstico (Q4ED), à Questão 3 do Texto de Apoio (Q3T) e foram também analisados os FCR.

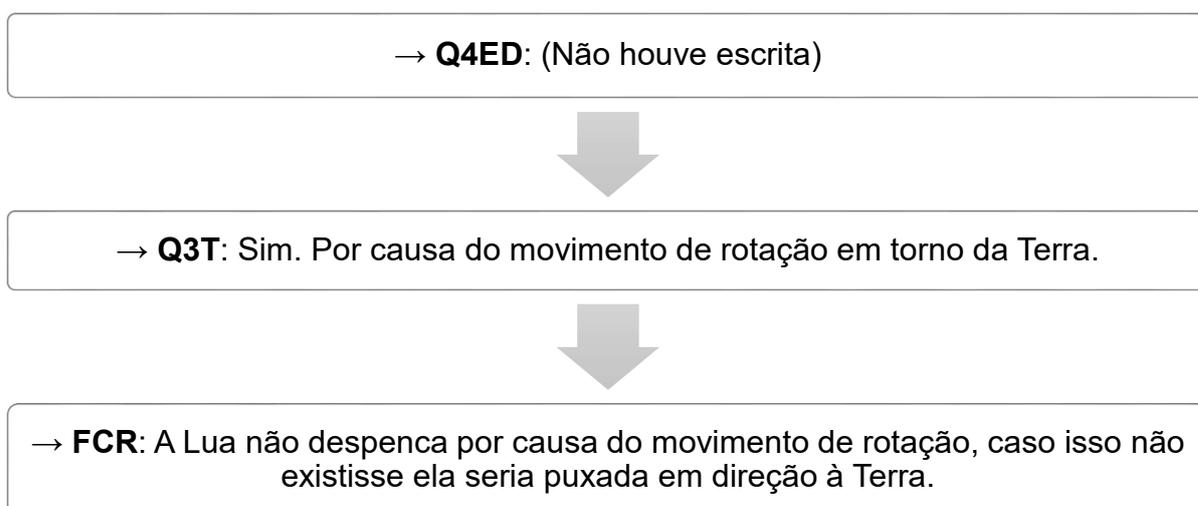
Nesta segunda situação-problema, a seleção dos estudantes, cujas respostas forneceram condições para a análise dos significados produzidos, obedeceu aos critérios adotados para a SPA1 e se deu da seguinte forma: i) Os estudantes E09 e E10 não responderam essa questão no ED e aprimoraram suas respostas na Q3T, porém somente o E10 forneceu explicação para a sua resposta da Q3T; ii) E12, E13 e E14 apresentaram respostas inconsistentes tanto na Q4ED quanto na Q3T, contudo enquanto as inconsistências apresentadas por E12 e E14 na Q3T estão

relacionadas à dificuldades com a interpretação de texto, a inconsistência apresentada pela E13 traz indícios de perturbações em seus significados, o que oportuniza uma análise sobre o que desencadeou a ressignificação; iii) E03, E04, E05, e E07 responderam de forma consistentes cientificamente as duas questões contudo não forneceram explicação às suas respostas na Q4ED. E06, E08, E19 e E23 também cumpriram o critério escolhido, porém escolhemos a estudante E04 por um fator que nos chamou atenção: ao analisarmos os FCR escrita por ela, percebemos que, apesar das respostas que a mesma havia fornecido para a Q4ED e para a Q3T estarem consistentes cientificamente, a estudante preferiu escrever na carta trechos que decorou de uma pesquisa que realizou na internet. Pensamos que este fato nos permitiria uma reflexão interessante e portanto justifica a escolha da estudante. iv) Os demais estudantes (E01, E02, E13, E14, E16, E17, E20, E21 e E22) não se encaixaram em nenhum grupo para análise, pois possuíam no momento do ED respostas inconsistentes que foram aprimoradas, de modo que não foram levados em conta no processo de análise das questões que discutem a SPA2.

É válido mencionar que tanto a Q4ED quanto a Q3T solicitavam, a partir de questões diferentes, que os estudantes explicassem o porquê de a Lua não “despençar” em direção ao nosso planeta. Tendo em vista que o conteúdo de Leis de Newton já havia sido discutido com a turma consideramos que os mesmos poderiam utilizar o conceito de força resultante como subsunçor para responder à estas questões.

A seguir apresentamos a análise das respostas do E10, da E13 e do E04 atribuídas às Q4ED, Q3T e FCR que nos permitem discutir as mudanças e produções dos significados produzidos pelos mesmos a partir das atividades investigativas que propusemos.

#### 4.2.1 Significados produzidos pelo E10



É possível percebermos por meio do diagrama acima que, diante da Q4ED, o E10 não explicitou significado algum. Em uma conversa com a professora após a entrega dos questionários respondidos, o estudante relatou que, apesar de ter compreendido o que a questão solicitava, ele optou por deixar em branco, por não saber explicar o porquê a Lua não cai do céu.

Questionar fatos que fazem parte do cotidiano dos estudantes, que normalmente não são questionados e simplesmente são aceitos, é uma prática comum adotada pela professora/pesquisadora durante as aulas. Essa ação possui o objetivo de fazer com que eles se tornem mais críticos frente à afirmativas que lhes são impostas como “verdades”, ou mesmo diante do senso comum, e que os mesmos compreendam que a Física é uma ferramenta que pode auxiliá-los na interpretação de fenômenos presentes em suas vidas.

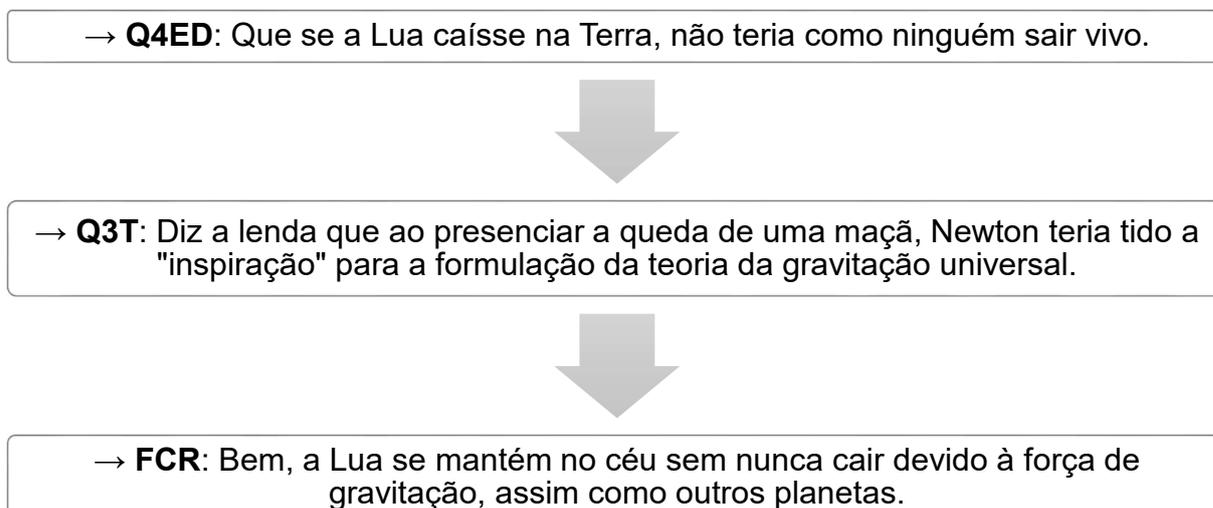
Ao analisarmos à resposta fornecida pelo E10 à Q3T podemos observar que desta vez ele explicita significados que foram produzidos à partir da leitura do texto histórico e da observação do vídeo (que além de abordar a evolução histórica das tentativas de explicar as causas dos movimentos, ilustra de maneira animada o que mantém a Lua na órbita da Terra).

Apesar de o estudante utilizar o termo “rotação em torno da Terra” ao invés de utilizar “revolução em torno da Terra”, que seria o mais indicado, é possível notar que ele compreende que a força peso responsável pela queda de uma maçã possui a mesma natureza que a força que mantém a Lua na órbita de nosso planeta e

consegue explicar, utilizando o movimento da Lua ao redor da Terra, o porquê, ao contrário do que ocorre com a maçã, a Lua não se desloca em direção à superfície do planeta.

Por meio dos FCR apresentados pelo E10, é possível perceber que, ao explicar como a Lua se mantém todas as noites no céu sem despencar de lá, os significados produzidos por ele ao longo da discussão da SPA2 apresentam clareza e estabilidade. A ideia de causa e consequência explicitada pelo estudante no fragmento extraído, evidencia uma organização estruturada de significados subordinados presentes em sua estrutura cognitiva. Os significados do E10 são classificados como subordinados porque ao afirmar que caso a Lua não estivesse em movimento ela seria *“puxada em direção à Terra”*, acreditamos que o mesmo toma como referência o que ocorre com a maçã ao sofrer a ação da força peso. Em outras palavras, ele parte do que conhece que ocorre com a maçã para explicar o que poderia ocorrer com a Lua caso ela não estivesse em movimento.

#### 4.2.2 Significados produzidos pela E13



A partir da análise da resposta fornecida pela E13 à Q4ED, pode-se afirmar que a estudante demonstra dificuldades relacionadas à interpretação de texto, uma vez que, ao invés de responder quais as causas que explicam o fato da Lua não cair sobre a Terra respondeu quais as consequências desta queda.

Este erro cometido pela estudante pode indicar fragilidades referentes à formulação da Q4ED, contudo da amostra composta por 23 estudantes apenas 9

estudantes responderam de forma inconsistente essa questão. Destes, apenas três cometeram o mesmo erro que a E13. Após análise, verificou-se que apenas estes três estudantes mantiveram inconsistente suas respostas, mesmo após as discussões e troca de ideias no grande grupo. Esse fato nos permite concluir que a inconsistência de respostas apresentadas pela E13, tanto na Q4ED quanto na Q3T, se deve às dificuldades que a mesma possui em interpretar textos.

Quando Brito e Oliveira (2008) refletem sobre a importância atribuída pelos PCN's à linguagem matemática, afirmam que:

(...) a falta de hábitos de leitura, principalmente a alfabética, e de contextualização adequada dos problemas matemáticos, tanto pelos professores quanto pelos alunos leva os envolvidos no processo escolar a uma dificuldade de empatia com os conteúdos dessa disciplina. Embora na vida prática, muitos de nossos alunos realizem complicadas operações para resolver problemas do cotidiano, essas mesmas operações, quando organizadas nos livros didáticos por meio do código matemático e linguístico, costumam se tornar verdadeiros enigmas insolúveis rejeitados pelos alunos e responsáveis pelo resultado sempre insatisfatório nas avaliações de aprendizagem feitas pelo governo (BRITO E OLIVEIRA, 2008, p. 01).

Acreditamos que as conclusões obtidas acima por Brito e Oliveira (2007) relacionadas à disciplina de Matemática são compatíveis com o que se observa a partir das respostas fornecidas pela E13 e portanto, são transponíveis à disciplina de Física. Este fato nos permite afirmar que a dificuldade de interpretação de texto apresentada por inúmeros estudantes do EM é um problema que se equipara à dificuldade do uso da linguagem matemática também apresentada por um número considerável destes e assim como corre na matemática, essas dificuldades relacionam-se à falta de empatia que muitos estudantes possuem com relação à disciplina de Física.

Apesar das inúmeras estratégias que foram levantadas durante a elaboração da SPA2, dentre elas a apresentação do vídeo, o uso da simulação e as várias trocas de ideias no grande grupo, que tinham o objetivo de minimizar os problemas decorrentes das dificuldades apresentadas pelos estudantes em interpretar textos, consideramos que essa é uma fragilidade (pelos menos da SPA2) e portanto é preciso repensar a forma como esta foi apresentada.

A dificuldade da E13 em interpretar texto se mostra evidente mais uma vez quando analisamos a resposta que a mesma forneceu à Q3T, conforme já mencionado. Neste caso, além da E13 evidenciar a dificuldade na interpretação de

textos, é possível notar também que a mesma simplesmente copiou um trecho apresentado no próprio texto (12º parágrafo, penúltima linha) que está nos anexos da aula 4 presente no produto educacional, sem sequer questionar se o que estava escrito ali de fato respondia a questão.

A atitude da estudante de copiar a frase do texto com a finalidade de responder à Q3T nos impede de avaliar sua produção de significados, pois, as palavras escritas por ela foram apenas copiadas do texto e não externalizam o conhecimento que a mesma construiu.

A E13, assim como vários outros estudantes admitiram para a professora que não leram em casa o texto que havia sido entregue na aula anterior. A professora entregou o questionário relacionado ao texto no início da aula e concedeu vinte minutos à turma para responder as cinco questões que já haviam sido lidas por ela na aula anterior. Observamos *in loco* que para os estudantes que haviam feito a leitura do texto em casa o tempo fornecido foi mais que suficiente enquanto que para os outros que não haviam lido, e tiveram que desenvolver em sala as duas tarefas, o tempo não foi suficiente.

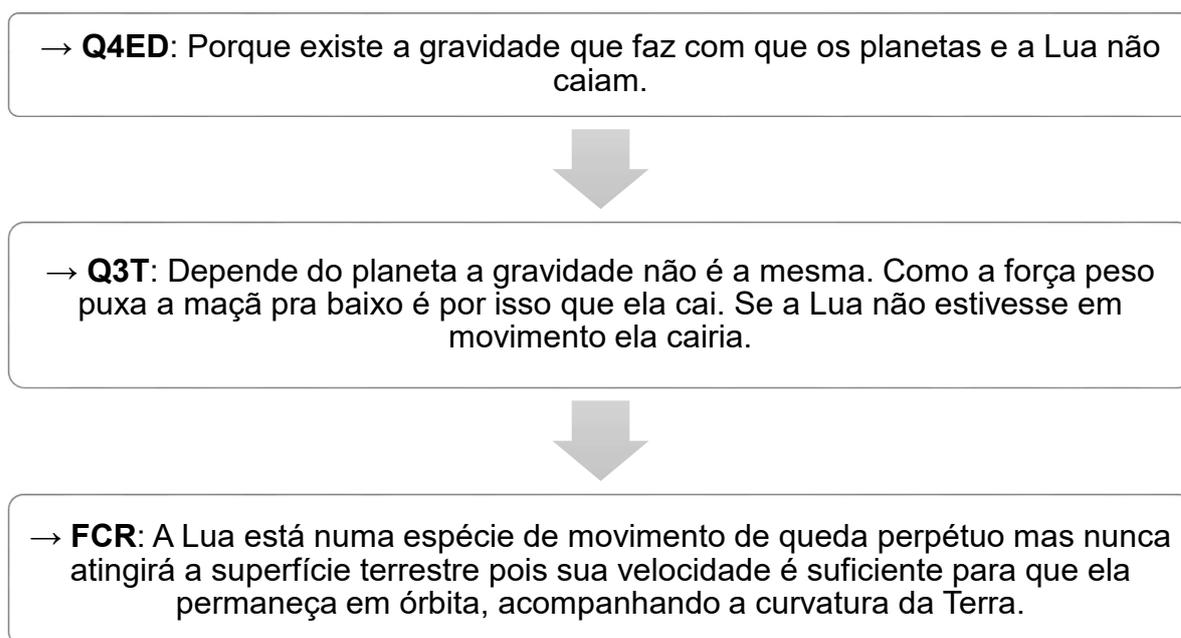
A falta de pré-disposição da E13 em fazer a leitura do texto em casa indica que, para ela, o uso de textos não favoreceu a produção de significados, diferente do que ocorreu com o E10. Quando questionados pela professora sobre o texto a maioria dos estudantes se mostrou insatisfeita quanto à atividade. Este comportamento indica que os estudantes constituintes da amostra responderam melhor e conseqüentemente se sentiram mais pré-dispostos diante da interpretação de um vídeo, e, portanto, produzem mais significados a partir deste recurso.

No trecho extraído do FCR da E13, presente no último nível do diagrama apresentado acima, podemos ver claramente que a E13 produziu significados cientificamente consistentes capazes de responder por que a Lua não despenca em direção à Terra.

Estes FCR escritos nos permitem ainda afirmar que os significados produzidos pela mesma são classificados como subordinados, pois ao afirmar que “*a Lua se mantém no céu sem nunca cair devido à força de gravitação, assim como outros planetas.*” a estudante explica o que impede a Lua de despenca do céu a partir do que mantém os outros planetas na órbita do Sol. Em outras palavras, utiliza o conhecimento que possui sobre algo mais geral para explicar casos mais específicos.

Acreditamos que o que contribuiu para a produção dos significados da E13, resistente às duas etapas anteriores, foi a troca de ideias entre os pares e as retomadas dos conteúdos que já haviam sido discutidos, que frequentemente ocorriam ao longo da SEI.

#### 4.2.3 Significados produzidos pela E04



Ao tomarmos como base a resposta fornecida pela E04 à Q4ED, podemos observar que a estudante já apresentava no momento do ED significados que possuem consistência científica. A estudante atribui à gravidade o papel de manter a Lua na órbita da Terra e os planetas na órbita do Sol. Isso indica que os significados que utilizou para responder a questão podem ser classificados como subordinados uma vez que ela fez uso do conceito amplo de gravidade que já conhecia para explicar os movimentos da Lua com relação à Terra e dos planetas com relação ao Sol. Ou seja, se utiliza de um conhecimento mais amplo que já existe em sua estrutura cognitiva para explicar algo mais específico.

A análise da resposta que a E04 forneceu à Q3T demonstra que sua explicação foi enriquecida em comparação a resposta que a mesma forneceu à Q4ED. Esse acréscimo de detalhes permite afirmar que os significados que a E04 possui, necessários para responder a questão, apresentam clareza e estabilidade e

são capazes de responder à questões distintas das quais foi apresentada a situação no primeiro momento.

Apesar da consistência científica das respostas fornecidas pela E04 à Q4ED e à Q3T, a análise da carta escrita pela estudante demonstra a insegurança que a mesma possui com relação ao conhecimento que construiu. É possível fazermos esta afirmação porque em uma rápida busca pela internet encontramos em sites da rede vários trechos escritos pela estudante na carta.

Como já foi mencionado anteriormente, a SEI que desenvolvemos nesta pesquisa de mestrado, foi implementada durante o ano letivo e, portanto, os conteúdos abordados fizeram parte do conteúdo programático da disciplina de Física. Na escola em que ocorreu a implementação da proposta, é exigido dos professores pelo menos três avaliações quantitativas para cada disciplina, que, ao final do bimestre, constituem a média bimestral de cada estudante. Conforme já foi especificado, a SEI ocupou dez aulas e além dos vistos que foram fornecidos aos estudantes às QA's respondidas ao longo da sequência, ao final da implementação, a carta resposta correspondeu a uma das três avaliações necessárias para o fechamento do bimestre.

Com medo de fornecer uma resposta inconsistente cientificamente às questões que eram trazidas pela carta fictícia, proposta no início da SEI, a E04 admitiu para a professora que fez buscas na internet e estudou todas as perguntas da carta com a finalidade de atingir a nota máxima. Como resultado desta ação da estudante, temos uma resposta cientificamente aceita, porém que não expressa os reais significados produzidos por ela. Este episódio, sob a nossa análise, indica a necessidade urgente de uma reflexão sobre a importância excessiva que o sistema de educação fornece à avaliação quantitativa.

O que houve pode ser visto como assustador, uma vez que a preocupação da E04 com a nota que seria atribuída à sua carta fez com que a mesma desmerecesse o conhecimento que construiu e adotasse respostas prontas, que julgou serem mais confiáveis que as dela, **que estavam consistentes cientificamente!** O ocorrido dá a entender que o sistema de avaliação imposto, além de falho, prejudica o desenvolvimento da autoconfiança do estudante.

Ao encontro do que apresentamos acima Moreira (2011) afirma que:

No cotidiano escolar, a avaliação é muito mais behaviorista do que construtivista, determinando largamente as práticas docentes. O contexto

(administradores escolares, pais, advogados, a sociedade em geral) exige “provas” de que o aluno “sabe ou não sabe”. Esse tipo de avaliação baseada no sabe ou não sabe, no certo ou errado, no sim ou não, é comportamentalista e em geral promove a aprendizagem mecânica, pois não entra na questão do significado, da compreensão, da transferência. Se o aluno sabe resolver um problema, sabe definir algo, sabe listar as propriedades de um sistema, está bem mesmo que o aluno não tenha entendido o problema, a definição ou o sistema. (MOREIRA, 2011, p.51)

Percebemos, a partir da citação acima, que o fato que nos chamou atenção na atitude da E04 não é corriqueiro nas escolas e que, assim como nós, outros pesquisadores acreditam que o que desencadeia este tipo de comportamento é o sistema de avaliação que possuímos.

O fato dos estudantes saberem quais as questões que deveriam ser respondidas no final da SEI, ao mesmo tempo em que auxilia, servindo como um guia para as discussões, prejudica a análise da real produção de significados dos mesmos. Talvez algo que tenha sido trazido com a ideia de problematizar e contextualizar a investigação, ao final pode ter atrapalhado e, portanto precisa ser repensado.

Por meio do Quadro 5, apresentado a seguir, expomos de maneira resumida a forma com que os significados expressos pelos estudantes ao longo da SPA2 se relacionam com o conhecimento presente em suas estruturas cognitivas.

#### **Quadro 5 - Relação dos significados expressos durante a SPA2 com conceitos pré-existentes na estrutura cognitiva.**

Estudante	Q4ED	Q3T	FCR	
E10	S/R	Combinatória	Subordinada	■ Manteve Consistente ■ Resignificou
E13	Subordinada	I/A	Subordinada	
E04	Subordinada	Subordinada	I/A	S/R – Sem resposta I/A – Impossível analisar

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

### 4.3 SITUAÇÃO-PROBLEMA DE APOIO N° 03 (SPA3) – MARÉS

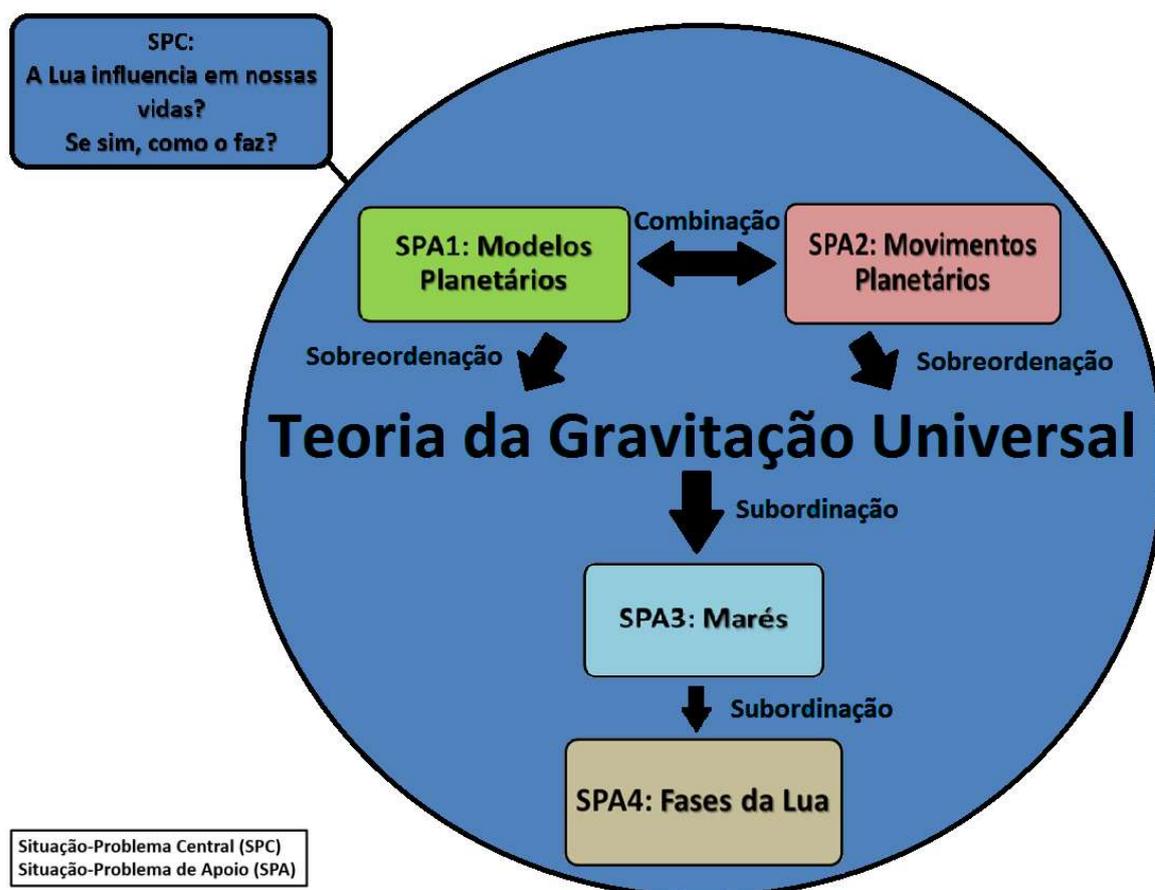
Diferente da estratégia adotada nas SPA 1 e 2, onde primeiro discutimos a evolução dos modelos e as causas dos movimentos planetários para em seguida apresentar a Teoria da Gravitação Universal, na SPA3 serão utilizados os significados produzidos até o presente momento para discutirmos o fenômeno das

marés. Para tal, as SPA 1 e 2 foram desenvolvidas com base no processo da reconciliação integrativa enquanto que as SPA 3 e 4 foram elaboradas a partir da diferenciação progressiva.

Em outras palavras, enquanto a SPA1 e a SPA2 foram utilizadas como organizadores prévios para que os estudantes compreendessem a Teoria da Gravitação Universal, e possuem uma relação de subordinação com o conhecimento que se almejava, para a SPA3, a Teoria da Gravitação Universal vai servir de subsunção para que os estudantes compreendam como ocorre o fenómeno das marés. Essa mudança de estratégia de ensino dentro de uma SPC, permite investigar se as SPA elaboradas para favorecer a produção de significados, são eficientes ao assumir o papel de subsunções.

Com o objetivo de ilustrar o que foi explicado anteriormente propomos a Figura 3 abaixo:

**Figura 3 - Relação hierárquica das Situações-Problema.**



Fonte: Elaborada pela autora, 2017.

A Figura 3, que apresentamos anteriormente, ilustra nossas intenções: esperamos que os estudantes utilizem os significados que construíram sobre a Teoria da Gravitação Universal para compreender o fenômeno de Marés. Ou seja, entendemos que a Teoria da Gravitação Universal é um conteúdo mais abrangente que fornece suporte para o entendimento do fenômeno de marés. Dessa forma, admitimos que os significados produzidos pelos estudantes capazes de responder às questões trazidas pela PA3 são subordinados à teoria.

A discussão das QA's, bem como a leitura do texto propostos na SPA2, contribuíram também para a introdução da SPA3, que foi uma espécie de contextualização da Teoria da Gravitação Universal (5ª etapa de uma SEI). Foi neste momento que os estudantes tiveram que utilizar o que haviam discutido até então sobre a Teoria da Gravitação Universal para compreender o fenômeno.

Como a cidade de Joinville está localizada próximo do litoral, ao nível do mar, seus moradores sofrem grandes influências das marés. Por conta disso, decidimos introduzir a SPA3 por meio de uma notícia extraída de um site local (1ª etapa de uma SEI). Acreditamos que, se os estudantes relacionassem o conteúdo que seria discutido com seus cotidianos, certamente se apropriariam do problema. A partir da apresentação da notícia os estudantes deveriam utilizar o que haviam estudado até o momento para levantar hipóteses (2ª etapa da SEI) na tentativa de explicar ao que se deve a variação da maré.

Prontamente, durante a apresentação da SPA3 alguns estudantes compartilharam seus conhecimentos prévios com a turma e rapidamente houve a menção de que *“na Lua cheia a maré fica alta”* (nas palavras de um deles). A temática causou bastante alvoroço na turma e trouxe à tona várias situações cotidianas, por exemplo: ter que lidar com água invadindo suas casas; momentos em que ficar sem acesso às suas casas ao final da tarde devido aos alagamentos, que alguns tiveram que enfrentar devido à variação da maré na cidade.

Para discutir a SPA3, utilizamos uma simulação computacional que serviu como base para a dedução da Lei da Gravitação Universal e para o confronto das hipóteses que haviam sido levantadas pelos estudantes (3ª etapa de uma SEI). Solicitamos à turma que calculassem, com o auxílio de tábuas de marés disponíveis em um site local, a força de atração gravitacional entre a Terra e a Lua em períodos de maré alta e maré baixa.

A atividade desencadeou fortes discussões entre os pares, que, antes mesmo de coletar os dados na tábua de marés tiveram que prever como deveriam ser os valores das forças nestes períodos. Tendo conhecimento da relação existente entre as massas e as distâncias dos corpos com a força gravitacional, rapidamente os estudantes mencionaram que, provavelmente no período de maré baixa, a força de atração entre a Terra e Lua seria menor enquanto que no período de maré alta seria maior.

Quando questionados sobre o porquê da diferença dos valores das forças, alguns estudantes responderam que nestes períodos a distância entre a Terra e a Lua muda, o que modifica os valores das forças. Ao término da atividade, os estudantes sistematizaram (4ª etapa de uma SEI) suas respostas individualmente no papel e, na aula seguinte, entregaram os cálculos juntamente com o material escrito contendo as respostas que forneceram às QA 5 e 6.

Para a análise dos significados que fazem referência ao conteúdo de marés, comparamos as respostas fornecidas pelos estudantes a Questão 6 do Estudo Diagnóstico (Q6ED) e a Questão de Apoio número 6 (QA6), proposta durante a SPA3, com os FCR que mencionam esta situação.

Os critérios para a seleção dos estudantes que tiveram suas respostas analisadas na SPA3 precisaram ser reestabelecidos devido à grande quantidade de troca de informações entre os mesmos (respostas idênticas). Não se sabe ao certo o motivo que desencadeou essa cópia por parte dos estudantes, talvez o fato dos mesmos possuírem cerca de uma semana, por conta de um feriado, para responder as QA 5 e 6 em casa, possa ter contribuído para o esquecimento da tarefa o que os levou a copiar uns dos outros.

A amostra para análise da SPA3 compreendeu dezenove estudante (do total de 24 estudantes: E11 não respondeu ao ED, E05 não entregou a carta resposta, E18 não obteve autorização do responsável para divulgação dos dados, E19 estava ausente e E24 não entregou as QA), os estudantes que não apresentaram respostas idênticas foram: E04, E06, E10, E15 e E23.

A comparação entre suas respostas podem ser analisadas a partir do Quadro 6, que se encontra a seguir, onde as siglas, S/R e RCC equivalem respectivamente a “Sem Resposta” e “Resposta Consistente Cientificamente”.

### Quadro 6 - Amostra para seleção das respostas da SPA3.

Estudante	Q6ED	QA6
E04*	RCC	RCC
E06	S/R	RCC
E10*	S/R	RCC
E15	S/R	RCC
E23*	RCC	RCC

 Manteve Consistente

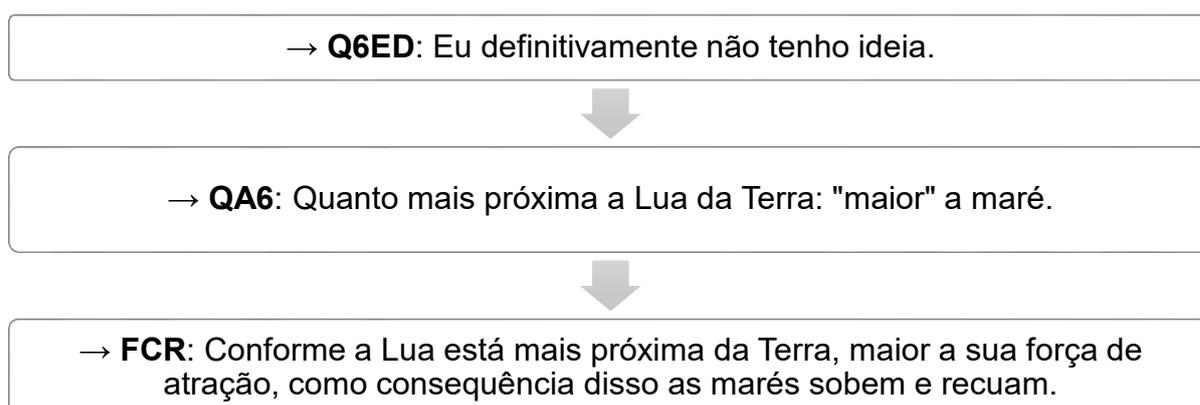
 Resignificou

\* Estudante que já participou de alguma análise.

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Como podemos perceber pelo Quadro 6 acima, da amostra restante, não houve nenhum estudante que manteve sua resposta inconsistente. Por conta disso, para análise, daremos prioridade aos que não tiveram respostas analisadas em outras atividades, pois pretendemos ter um panorama da produção de significados da maior quantidade possível de estudantes. A seguir, encontra-se a análise da produção de significados do E06 e da E15, pois estes, assim como os demais, forneceram RCC à QA6, porém diferente deles, ainda não haviam tido analisadas suas respostas.

#### 4.3.1 Significados produzidos pelo E06



Frente à resposta do E06 para a Q6ED, pode-se destacar que o mesmo não utiliza nenhum significado presente em sua estrutura cognitiva para explicar a SPA3. Essa resposta é aceitável tendo em vista que no momento do ED o estudante ainda não havia tido contato com as SPA 1 e 2.

Ao analisarmos a resposta fornecida pelo E06 à QA6, notamos a produção de significados por parte do mesmo, uma vez que, após o contato com as atividades

propostas nas SPA anteriores, o estudante estabeleceu uma relação entre a variação da distância entre a Terra e a Lua e a variação da maré

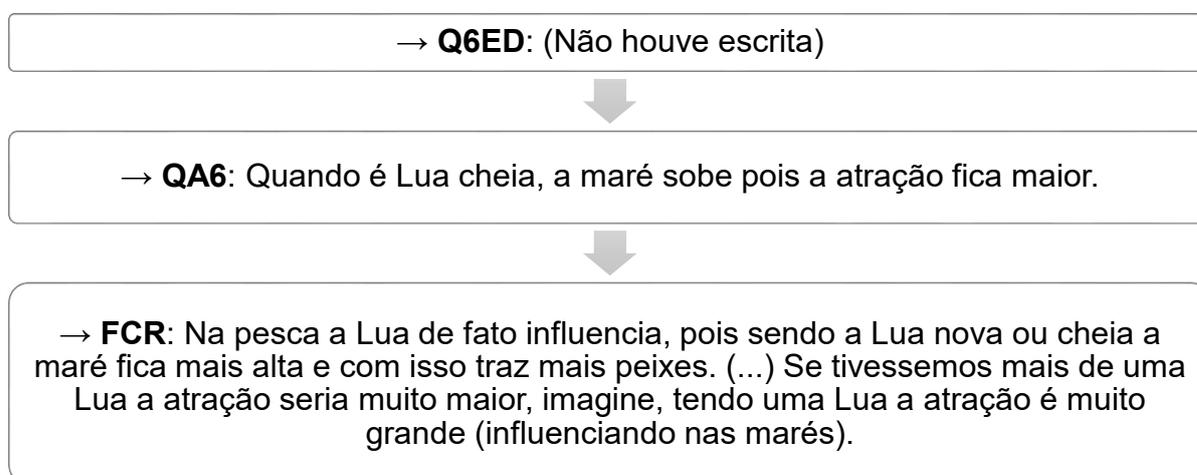
A resposta fornecida pelo estudante, transcrita e organizada no nível 2 do diagrama acima, demonstra que, para ele, a distância que a Lua está da Terra é o que determina as situações de maré alta e baixa. A resposta é consistente cientificamente, contudo de um ponto de vista mais rigoroso ela poderia ser classificada como incompleta, uma vez que o estudante poderia ter fornecido mais detalhes para explicar o que ocorre com a força de atração gravitacional, utilizando a Teoria da Gravitação Universal, quando a distância Terra-Lua diminui.

Apesar deste fato, podemos dizer que a resposta fornecida pelo estudante é condizente com as discussões que foram propostas pela SPA3 e é considerada satisfatória para esta análise. Entendemos aqui que o processo de produção de significados pode ocorrer de forma lenta de modo que a cada encontro e a cada nova discussão, dentro ou fora da sala de aula, mais informações possam ser relacionadas e incorporadas aos significados já existentes na estrutura cognitiva de quem aprende.

Tendo em vista que, no momento do ED o estudante não possuía significados capazes de auxiliá-lo a responder a SPA3, entendemos que o mesmo tomou como base os conteúdos discutidos nas SPA 1 e 2 para responder a QA6, desse modo os significados que produziu podem ser classificados como subordinados aos conceitos discutidos nos momentos anteriores.

Os FCR apresentados pelo E06 que mencionam a situação-problema em discussão, podem ser observados no nível 3 do diagrama acima e corroboram com o parágrafo anterior, pois, ao acrescentar poucas palavras em sua resposta, o estudante, além de mantê-la cientificamente consistente, explica o fenômeno das marés com mais detalhes. Esse enriquecimento dos significados explicitados pelo estudante na carta-resposta evidencia a clareza e a estabilidade de seus significados e torna possível afirmar que o mesmo compreende significativamente o fenômeno de marés.

### 4.3.2 Significados produzidos pela E15



Percebemos, por meio da análise da resposta fornecida pela E15 à Q6ED, descrita no nível 1 do diagrama acima, que a estudante não forneceu nenhuma resposta à questão. Foi concedido à turma 45 minutos para responder as seis questões do ED e ao término a E15 procurou a professora e comentou não ter respondido a última questão por falta de tempo. Diante do comentário da E15, não podemos dizer que ela não possuía nenhum significado capaz de auxiliá-la na resposta da situação-problema.

Frente a resposta que a mesma forneceu à QA6 pode-se encontrar, por meio da frase “*Quando é Lua cheia, a maré sobe pois a atração fica maior*” indícios de significados subordinados aos conteúdos discutidos até então. Observa-se também a presença do senso comum, quando a estudante relaciona a Lua cheia com o fato de a maré subir.

Um dos objetivos em se discutir a Teoria da Gravitação Universal por meio da temática “fenômenos lunares” era permitir que os estudantes questionassem alguns mitos que envolvem este conteúdo. É bastante comum as pessoas relacionarem a Lua cheia com o aumento da maré e entende-se que muitas vezes os estudantes vêm mais significado no senso comum do que no saber científico, contudo, essa discussão será detalhada na última seção deste capítulo.

Seguindo com a análise, agora dos FCR apresentados pela E15, podemos observar que além de discutir alguns mitos, como a influência da Lua na caça e na pesca, a estudante argumenta com mais propriedade a influência da Lua nas marés. Ao responder uma das questões levantadas pela carta sobre o que aconteceria com

a Terra se ao invés de uma tivéssemos várias Luas a estudante defende que: “Se tivéssemos mais de uma Lua a atração seria muito maior, imagine, tendo uma Lua a atração é muito grande (influenciando nas marés)”, explicitando a relação de sobreordenação entre os novos significados que produziu e os conceitos que haviam sido discutidos. Dessa forma, podemos afirmar que a E15 ressignificou o conhecimento que produziu referente ao fenômeno de marés para repensar o senso comum.

Abaixo, no Quadro 7, apresentamos de maneira resumida a forma com que os significados produzidos pelos estudantes se relacionaram com o conhecimento que possuíam previamente em suas estruturas cognitivas.

**Quadro 7 - Relação dos significados expressos durante a SPA3 com conceitos pré-existentes na estrutura cognitiva.**

Estudante	Q4ED	Q3T	FCR	
E10	S/R	Subordinada	Subordinada	 Ressignificou S/R – Sem resposta I/A – Impossível analisar
E13	I/A	Subordinada	Sobreordenada	

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

#### 4.4 SITUAÇÃO-PROBLEMA DE APOIO n° 04 (SPA4) – FASES DA LUA

Como a professora/pesquisadora, a partir da sua vivência em sala de aula e da prática frequente de discussões em grandes grupos, já considerava que os estudantes fariam referência às fases da Lua durante as discussões propostas pela SPA3, decidimos nos antecipar e preparar um material de apoio, com base no EI, para discutir o conteúdo caso fosse necessário. Para tal, optamos em utilizar uma expressão popular conhecida pelos habitantes da cidade de Joinville: “Lua cheia e maré cheia, é cheia no Rio Cachoeira (o Rio Cachoeira percorre a cidade e é responsável por alagamentos nas regiões centrais, que são próximas inclusive à escola)” para contextualizar a SPA4 (1ª etapa de uma SEI).

Na introdução da seção de análise dos significados produzidos ao longo da SPA3, durante as discussões, os estudantes relacionaram várias vezes a variação da maré com a variação das fases da Lua. No momento da implementação, a

professora questionou à turma se eles conheciam a expressão popular mencionada acima.

Os estudantes, que não conheciam a expressão, mas já tinham ouvido algo semelhante, consideraram importante estudar as fases da Lua para então investigar se a expressão é correta. A partir da demanda dos estudantes em compreender como ocorrem as fases da Lua, a professora aproveitou o material preparado para propor à turma a SPA4.

Inicialmente, os estudantes fizeram uma pesquisa extraclasse para levantar as hipóteses (2ª etapa de uma SEI) e então responder as seguintes questões: i) Será que as diferentes fases da Lua interferem nas marés? ii) Quais são as fases da Lua que vocês conhecem? iii) Vocês sabem explicar ao que se devem as variações das fases da Lua (do que isso depende)?

Posteriormente, utilizamos uma atividade experimental manipulativa (onde os estudantes representavam a Terra), para discutir/confrontar as hipóteses levantadas a partir da pesquisa (3ª etapa de uma SEI). Ao término da discussão da SPA4, com o experimento ainda montado e com o auxílio dos estudantes, analisamos as posições relativas da Terra, da Lua e do Sol correspondentes a cada fase da Lua e a força de atração gravitacional resultante da interação entre a Terra, a Lua e o Sol para finalmente discutir a veracidade da expressão popular (4ª etapa da SEI).

Como as questões sobre as fases da Lua foram feitas informalmente e a pesquisa realizada pelos estudantes foi registrada em seus cadernos, não temos registros escritos das respostas/hipóteses levantadas por eles no momento da pesquisa, o que impossibilita a comparação entre as respostas fornecidas à Questão 5.3 do Estudo Diagnóstico (Q5.3ED) e às QA. Dessa forma a análise da produção dos significados terá como base a comparação entre o que os estudantes responderam à Q5.3ED e o que foi transcrito dos registros de áudio e vídeo que ocorreram durante a implementação da SPA4.

É importante mencionar que da amostra de 22 estudantes: i) 23% (5 estudantes) não souberam explicar o que solicitava a Q5.3ED; ii) 59% (13 estudantes) responderam a Q5.4ED de forma inconsistente cientificamente; iii) 18% (4 estudantes) forneceram um resposta coerente cientificamente à Q5.3ED.

Durante a discussão das respostas houve participação dos estudantes, contudo os estudantes E02 e E05 se destacaram dos demais, pois responderam enfaticamente todas as questões referentes às fases da Lua. Nenhum dos

estudantes mencionou na carta-resposta porque a Lua muda de fases, por conta disto a seguir seguem os diagramas para comparação entre o que os mesmos responderam à Q5.3ED e o que disseram durante a discussão no grande grupo proposta ao término da SPA4.

#### 4.4.1 Significados produzidos pela E02

→ **Q5.3ED:** Por causa do Sol.



→ **Videogravação (transcrições):**

- Lua Cheia: *"A Lua é oposta ao Sol."*
- Lua Minguante: A estudante não se pronunciou.
- Lua Nova: *"Na Lua Nova a Lua está entre a Terra e o Sol."*
- Lua Crescente: *"A Lua é embaixo da Terra agora. Vem o Sol, a Terra e a Lua embaixo."*

Quando se analisa a resposta atribuída pela E02 à Q5.3ED, percebemos que a estudante atribui ao Sol a responsabilidade da Lua mudar de fases. Contudo, ela não explica a sua resposta e isso não oferece subsídios para uma análise mais aprofundada dos significados que a mesma possui referente às fases da Lua.

No início da discussão, a professora perguntou à turma se eles haviam feito a pesquisa e lido o texto de apoio intitulado "A Lua e os Bebês" escrito por Fernando Lang (está anexado no produto educacional que se encontra no APÊNDICE C), que lhes foi entregue na aula anterior com o objetivo de auxiliar na reflexão de alguns mitos que envolvem as fases da Lua.

Diante dos questionamentos da professora alguns estudantes mencionaram que não haviam lido o texto e sequer feito a pesquisa. Apontaram vários motivos na tentativa de justificar o fato de não terem realizado a tarefa. A estudante E02, porém, foi a primeira a compartilhar com a turma a conclusão que obteve com a pesquisa. Suas contribuições podem ser observadas na transcrição que segue.

P – *Conseguiram chegar a alguma conclusão para responder se a expressão Lua cheia e maré cheia é cheia no Cachoeira está correta?*  
 E02 – *Sim professora, mas não por ser Lua cheia. É porque a Lua tá totalmente contrária ao Sol quando ela tá cheia e daí o Sol acaba puxando e*

a Lua também (fazendo movimentos com as mãos para encenar que o Sol puxa para um lado e a Lua para outro).

(...)

P – Ok. Mas vocês conseguiram compreender o que determina as fases da Lua?

E02 e E05 – As fases da Lua dependem da posição.

P – Que posição?

E02 e E05: Conforme o Sol.

P – Só depende da posição do Sol?

E02: Do Sol, da Lua e da Terra.

P – Ah, ok! Então depende da posição relativa dos três!

A partir dos argumentos apresentados pela E02 durante a discussão, e por meio da transcrição presente no nível 2 do diagrama acima, podemos dizer que houve produção de significados referentes ao fenômeno “fases da Lua”. Notamos que a estudante havia refletido sobre a sua pesquisa, pois, frente às questões levantadas, ela prontamente respondia o que era perguntado e fazia uso de argumentos para defender suas ideias quando era questionada pelos colegas.

Entendemos a partir da postura e dos argumentos adotados pela E02, apresentado no diagrama acima, que a mesma construiu significados que são subordinados a ideia de posição e movimento relativos que já haviam sido discutidos no início do ano. Ao fazermos a comparação entre as respostas fornecidas pela E02 no momento do ED e os argumentos apresentados no momento da discussão, podemos concluir que as atividades propostas contribuíram para que a mesma entendesse que o conteúdo de posição relativa fornece embasamento para compreender as mudanças nas fases da Lua o que nos permite afirmar que houve indícios da produção de significados relacionados a este conteúdo.

#### 4.4.2 Significados produzidos pelo E05

→ **Q5.3ED**: Por que ela tem planetas que passam por ela.



→ **Videogravação (transcrições)**:

- Lua Cheia: O estudante não se pronunciou.
- Lua Minguante: "A Lua está na lateral da Terra. (...) Posso ir aí desenhar professora?" (O estudante desenhou a Lua sobre a Terra e o Sol ao lado esquerdo da Terra).
- Lua Nova: "Agora é o Sol, a Lua e a Terra."
- Lua Crescente: "Agora é o Sol, a Terra (...) a Terra fica embaixo. Quer dizer a Lua fica embaixo da Terra."

Ao observarmos a resposta fornecida pelo E05 à Q5.3ED, constatamos que ele explicitou os conhecimentos prévios que possui, sobre este fenômeno, que no seu entendimento explicam o que ocasiona a mudança nas fases da Lua. Ele atribuiu aos movimentos executados pelos planetas a responsabilidade pela mudança de fases da Lua, isso indica uma relação de subordinação entre estes significados. Esses significados expressos pelo estudante são inconsistentes cientificamente e poderiam ter sido confrontados caso a professora tivesse lhe perguntado se ele acredita que existem planetas na órbita da Terra que passam na frente da Lua com frequência.

Quando observamos as transcrições presentes no nível 2, percebemos que, apesar de não ter sido feita a ele a questão mencionada acima, a pesquisa contribuiu para o processo de ressignificação do estudante, uma vez que o mesmo respondeu com propriedade as questões referentes às fases da Lua que foram realizadas pela professora.

O que nos chamou atenção em particular foi a postura do E05, pelo fato dele solicitar permissão à professora para se dirigir à lousa e desenhar o que estava tentando explicar referente à posição da Lua com relação à Terra e ao Sol. Com o auxílio do desenho o estudante conseguiu explicar o que pretendia e não apresentou dificuldades, nas outras situações, para se expressar por meio de palavras. Esse fato corrobora com a citação de Zompero (2012) trazida na análise dos significados da SPA1, ou seja, quando o estudante faz uso de outros meios de representação estes contribuem para a reorganização de suas ideias o que alimenta a produção de significados mais consistentes cientificamente.

A partir do Quadro 8 a seguir, podemos verificar a forma com que os novos significados se relacionaram com a estrutura cognitiva da E02 e do E05.

**Quadro 8 - Relação dos significados expressos durante a SPA4 com conceitos pré-existent na estrutura cognitiva.**

Estudante	Q4ED	Q3T
E02	I/A	Subordinada
E02	Subordinada	Subordinada

 Ressignificou

I/A – Impossível analisar

Fonte: Elaborada pela autora, 2017.

#### 4.5 SITUAÇÃO-PROBLEMA CENTRAL (SPC) – FENÔMENOS LUNARES COMO BASE PARA O ENSINO DE GRAVITAÇÃO

Nesta seção, discutimos, de forma geral e sem critérios específicos, os dados fornecidos pelos estudantes ao longo de toda SEI que consideramos importantes de serem apresentados nesta análise. Para tal, comparamos diretamente os dados analisados com base no ED e nas cartas-respostas entregues pelos estudantes.

Vale lembrar que a turma é composta por 24 estudantes, porém nesta seção será considerada a amostra de 20 estudantes, pois: os estudantes 01 e 05 não entregaram a carta-resposta, o E11 estava ausente na realização do ED e o E18 não obteve autorização dos responsáveis para a divulgação de seus registros.

Como nem todas as questões do ED estão presentes na carta fictícia e vice-versa, **a comparação será realizada tomando como referência três questões presentes nos dois momentos:**

A) Como pode a Lua se manter todas as noites no céu sem nunca despencar de lá?

B) Qual a importância da Lua para o nosso planeta?

C) A Lua influencia de alguma forma as nossas vidas? Justifique citando exemplos.

Além de trazer as questões que foram mencionadas acima, a carta ainda provoca os estudantes a refletirem sobre alguns mitos conhecidos acerca das fases da Lua como: “cortar o cabelo na Lua cheia concede mais volume ao cabelo”; “há uma maior incidência de partos na Lua cheia”; “a Lua determina os melhores períodos para plantar, colher e pescar, etc”.

Na sequência, seguem as análises das repostas fornecidas pelos estudantes às questões A, B e C elencadas anteriormente.

##### 4.5.1 Análise dos significados explicitados a partir da questão A

A Figura 4, apresentada a seguir, permite-nos afirmar, a partir do agrupamento de respostas fornecidas pelos estudantes à Q4ED, que 40% destes não respondeu a questão de forma consistentes cientificamente.

**Figura 4 - Análise quantitativa das respostas atribuídas pelos estudantes à questão A do ED.**



Fonte: Elaborada pela autora, 2017.

Ao compararmos os dados acima com as respostas fornecidas pelos estudantes à carta-resposta, podemos afirmar que 100% dos estudantes responderam de maneira consistente cientificamente, ou fazendo menção à força de atração gravitacional que há entre a Terra e a Lua, ou explicando que a Lua não cai porque se encontra em movimento, ou, ainda, unindo estes dois argumentos em uma só resposta. Exemplos de respostas fornecidas pelos estudantes à carta-resposta:

E08 – “Como você já deve saber, a Lua assim como a Terra, faz um movimento de rotação e translação, e esse movimento é um dos motivos que faz com que ela orbite a Terra sem que ela caia. O outro motivo é a força gravitacional gerada pela Terra (e o fato de não existirem forças dissipativas).”

E07 – “Para a Lua nunca despencar de lá, existe uma força chamada gravidade que faz com que ela seja atraída pela Terra, e a Terra seja atraída pela Lua.”

E06 – “A Lua sempre está “despencando” mas devido a sua perfeita volta em elipse e a sua velocidade constante, ela não “consegue” cair e muito menos ficar à deriva no espaço.”

As respostas elencadas anteriormente indicam de uma maneira geral as produções de significados que ocorreram na turma. Podemos notar que os estudantes fazem referência aos conteúdos discutidos (por exemplo movimento relativo) para explicar, de maneira consistente, o motivo pelo qual a Lua não despenca em direção ao planeta. Concluimos, a partir disto, que as atividades desenvolvidas para trabalhar o conteúdo de “movimento planetários” de forma investigativa cumpriram o papel de contribuir para a produção de significado dos estudantes.

Entendemos que as quatro etapas de uma SEI, definidas por Carvalho (2013), que procuramos contemplar em cada SPA, bem como a forma com que cada SPA se interligou, contribuiu para que os estudantes se apropriassem dos problemas que foram propostos e se mantivessem pré-dispostos a investigá-los.

Tivemos a intenção também de criar SPA's que obedecem ao padrão de uma SEI, para que os professores que futuramente utilizarão a proposta se sintam confortáveis para selecionar as SPA's que lhes são úteis.

É válido chamar a atenção do leitor para o fato de que, apesar das SPA's terem sido preparadas e interligadas para responder a uma SPC, isso não impede que elas sejam utilizadas de maneira individual, de acordo com as necessidades de um determinado professor. Em outras palavras, se um professor se interessar pela forma que sugerimos a abordagem do fenômeno “fases da Lua”, ele poderá desvincular a SPA4 da SEI e adaptá-la no seu planejamento anual.

#### **4.5.2 Análise dos significados explicitados a partir da questão B**

As Figuras 5 e 6, que se encontram a seguir, permitem-nos comparar as respostas fornecidas pelos estudantes no momento do ED e nas explicações da carta-resposta quando indagados sobre “qual a importância da Lua para o nosso planeta”.

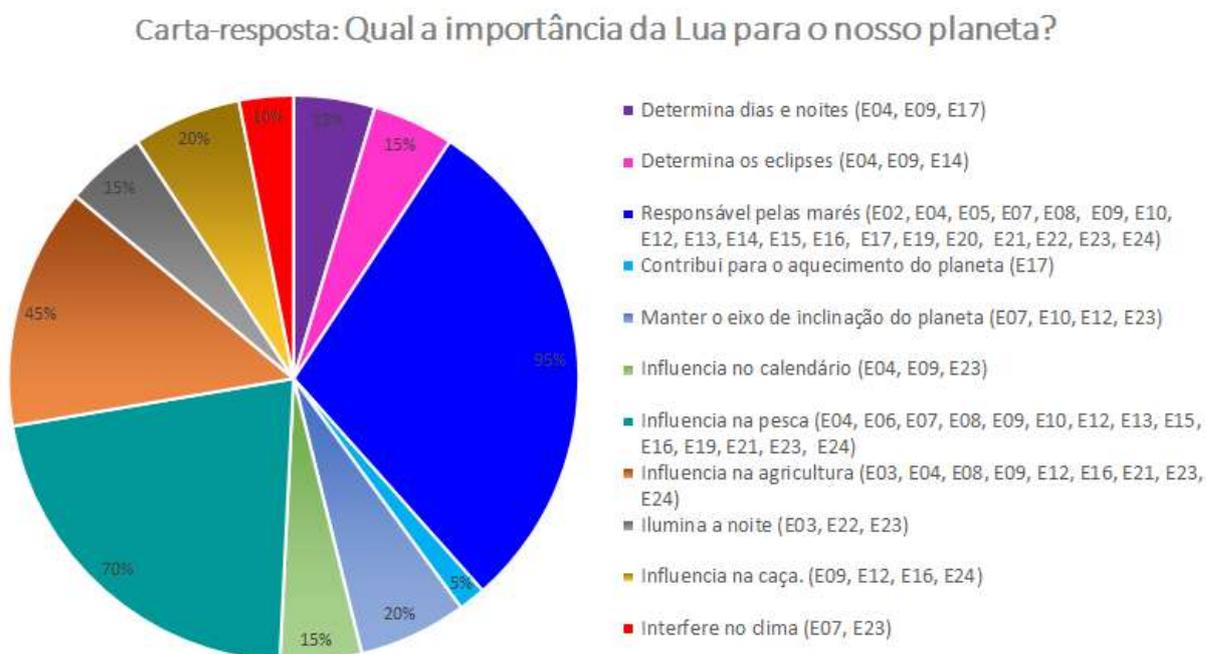
Quando comparamos os gráficos das Figuras 5 e 6, notamos que houve um aumento considerável no número de estudantes que passaram a considerar a Lua a responsável pelas marés e influente sobre as atividades de pesca, agricultura e caça.

**Figura 5 - Análise quantitativa das respostas atribuídas pelos estudantes à questão B do ED.**



Fonte: Elaborada pela autora, 2017.

**Figura 6 - Análise quantitativa das respostas, relacionadas à questão B do ED, atribuídas pelos estudantes à carta-resposta.**



Fonte: Elaborada pela autora, 2017.

Durante a leitura das cartas-resposta, percebemos que os estudantes explicam que a influência da Lua na pesca e na agricultura é decorrente da influência da Lua sobre as marés. Os trechos apresentadas abaixo trazem exemplos do que foi citado acima:

*E07 – Em relação ao que eu estudei, soube que a Lua interfere em “coisas” com grande quantidade de massa, ela influencia na pesca pois existem dias em que a maré está alta e outros que está baixa, ou até mesmo pode ocorrer esta mudança no mesmo dia em poucas horas.*

*E16 – (...) A Lua interfere nas marés por conta da sua atração com a Terra, mas tem um outro cara que ajuda e muito nisso que é o Sol. Todos dizem que na Lua cheia a atração é maior, mas se formos ver é na Lua nova que sua atração é maior, assim fazendo que a maré fique alta e assim ajudando os pescadores. (...) Eu creio que a Lua influencia muito nas plantações, na caça e principalmente na pesca. Pois bem o “alinhamento” que a Lua tem com o Sol forma a atração que por sua vez aqui na nossa querida Terra faz com que não só os mares mas qualquer quantidade (quantidade grande de água) de água aumente ou “baixe” sua maré, que por fim ajuda nas plantações, por exemplo, porque a água “sobe” e assim faz com que as plantinhas (em geral) ganhem água e cresçam saudáveis e felizes.*

*E23 – A atração causada pela Lua, esse “puxão” acaba libertando o movimento dos oceanos em nossa superfície, causando assim as marés. Nossos ancestrais a usavam como referência para diversos fatores. Se organizar nos plantios, para pescar, pois dependendo da fase da Lua os peixes têm comportamentos diferentes em relação à iluminação.*

Ao analisarmos os FCR escritos pela E07, podemos notar que a mesma fez referência à notícia discutida em sala que apresentou a variação da maré na cidade de Joinville no período de um dia. Percebemos também que a mesma compreende o fenômeno e a forma com que ele influencia na pesca.

Os FCR escrita pela E16 demonstram a sua compreensão acerca do fenômeno de marés, contudo ao explicar porque acredita que a Lua influencia na agricultura a estudante se contradiz. Num primeiro momento, a E16 argumenta que a Lua provoca o fenômeno de marés apenas em grandes quantidades de água e no momento seguinte a mesma explica que “por ocorrer o fenômeno de marés na água contida em uma planta” isso contribui para que a mesma cresça saudável. É evidente que a estudante não possui significados claros e estáveis referentes à absorção de água pelas plantas, porém acreditamos que no momento em que foi realizada a discussão do texto sugerido pela professora “A Lua e o Bebês” (*ibid*), a estudante, que provavelmente não havia feito a leitura do mesmo em casa conforme solicitado, não se sentiu pré-disposta a contribuir.

Ao analisarmos os FCR escrita pelo E23, percebemos que o estudante compreende de maneira consistente o fenômeno de marés e apresenta dados que não foram discutidos em sala. É importante mencionar que, durante as aulas de Física, este estudante comumente faz comentários que demonstram que o estudo da disciplina pra ele não se limita a sala de aula. O estudante já comentou várias vezes com a professora que se interessa pela disciplina e que tem o sonho de trabalhar com astrofísica. Com certeza a pré-disposição do estudante em realizar as atividades que foram propostas está atrelada a esta afinidade que o mesmo possui com a disciplina e com o tema, contudo, a oportunidade trazida pelo EI nos momentos de trocas de ideias entre os pares, permitiu que este estudante compartilhasse inúmeras vezes com seus pares os conhecimentos que possui.

O fato de os estudantes utilizarem a ação da Lua sobre as marés para explicar o porquê da sua influência sobre a pesca, fornece-nos indícios de que os significados que produziram ou modificaram referentes a este contexto são subordinados ao conhecimento que construíram com relação à força de atração gravitacional existente entre a Lua e grandes porções de água.

#### **4.5.3 Análise dos significados explicitados a partir da questão C**

Conforme mencionado anteriormente, um dos objetivos de se trabalhar o conteúdo de Gravitação a partir da temática “Fenômenos Lunares” era discutir com os estudantes alguns mitos que envolvem estes fenômenos. Por este motivo, já no momento do ED, foi proposta aos mesmos a questão 5.2 “A Lua influencia de alguma forma as nossas vidas? Justifique citando exemplos.”. Com a finalidade de contribuir para a apropriação do problema, a carta fictícia proposta à turma com o objetivo de introduzir a SPC, também os indagava sobre alguns destes mitos.

Ao longo de toda a implementação, em todas as aulas, a professora sempre questionou aos estudantes, qual era o objetivo da sequência e prontamente obtinha as respostas (com certo ar de cansaço por parte dos estudantes à medida que se aproximava o final da SEI): “*Investigar se a Lua influencia nas nossas vidas e como!*”.

Após avaliar a produção dos significados, indicar as etapas de uma SEI elencadas por Carvalho (2013) contempladas na nossa proposta e comparar as respostas que os mesmos forneceram à Q5.2ED com as cartas-resposta que

escreveram, podemos afirmar que a SEI que propusemos contribuiu para que os mitos, pudessem ser reavaliados e observados através das lentes do conhecimento científico. Percebemos que os estudantes que mencionaram algum mito na carta-resposta utilizaram os significados produzidos e modificados ao longo da SEI para explicar tais mitos. Isso nos traz indícios de que novos significados foram ancorados ao conhecimento que já possuíam.

À frente, elencamos respostas atribuídas por alguns estudantes à Q5.2ED seguidas pelos FCR que nos permitem dizer que suas crenças foram reavaliadas:

*E02 (Q5.2ED) – Sim, dizem que por exemplo na Lua crescente é bom cortar o cabelo.*

*E02 (FCR) – Meu querido, após conhecimento sobre o assunto da Lua, eu posso começar te dizendo que essas histórias, realmente cercam nosso dia-a-dia, porém algumas não são reais, como por exemplo sobre influenciar no corte de cabelo, pois a Lua age sim sobre águas, porém em grande escala, no cabelo é muito pouco e acaba se tornando insignificante.*

*E16 (Q5.2ED) – Sim, por exemplo, tem gente que acha que devemos cortar o cabelo em Lua tal, para que o cabelo cresça mais forte.*

*E16 (FCR) – Me identifico com você, sobre essas questões, pois também tenho muita curiosidade, mas enfim, sobre o que dizem que tem um certo momento para pescar, caçar ou até mesmo cortar o cabelo, não posso te dizer que você deve acreditar nisso.*

De uma maneira geral, poucos estudantes apresentaram ou discutiram, tanto no ED quanto na carta-resposta, mitos relacionados à Lua. Infelizmente, o que se percebeu no momento que estas questões apareciam nas discussões em sala é que os mesmos se sentem envergonhados em assumir que acreditam nestes mitos. A impressão que temos é que, apesar de acreditarem ou utilizarem o senso comum para as decisões que tomam em suas vidas, como por exemplo, o momento certo para cortar o cabelo, os estudantes não se sentem à vontade para discutir tais questões.

Talvez pelo receio de, ao exporem suas crenças, serem ridicularizados pelo professor ou pelos próprios colegas, eles decidam não trazer tais questões para a sala de aula. Isso nos faz pensar que poderíamos ter dado mais atenção a estas questões. Talvez se a leitura do texto “A Lua e os bebês” tivesse sido feita em sala, de forma pausada e discutida, teria contribuído para que mais estudantes repensassem suas crenças relacionadas à Lua.

## 5 CONSIDERAÇÕES

No início do desenvolvimento desta pesquisa, tivemos por objetivo desenvolver uma proposta que fosse capaz de abordar tópicos do conteúdo de Gravitação de uma forma que despertasse o interesse dos estudantes. Retomando a citação introdutória deste trabalho, almejamos desenvolver um produto que: motivasse o estudo da Física por parte dos estudantes e que auxiliasse os professores em uma abordagem diferente das tradicionalmente utilizadas em sala de aula, e nos permitisse analisar os significados produzidos pelos estudantes ao longo de sua implementação.

Com base nos objetivos traçados, podemos afirmar que o produto educacional que desenvolvemos se mostrou uma ferramenta bastante útil para o professor em sala de aula, tendo em vista que enquanto aplicávamos a proposta não sentimos a necessidade de recorrer a nenhum outro material de apoio além da SEI que será disponibilizada como produto educacional. Observamos também que as atividades propostas foram bem aceitas pelos estudantes, que se mostraram ativos e pré-dispostos durante toda a implementação por meio da entrega dos registros, interações discursivas durante as aulas, comprometimento com as atividades, etc.

Ainda tomando como base o que buscamos, podemos afirmar que nos sentimos extremamente satisfeitos com a adoção do EI como suporte didático-pedagógico para o desenvolvimento do nosso produto uma vez que, conforme explicitamos durante a discussão dos resultados, os estudantes que participaram da pesquisa se mostraram envolvidos e ativos no processo de construção do próprio conhecimento durante a implementação da SEI.

Consideramos o EI uma ferramenta extremamente viável para ser utilizada no EM, uma vez que ao exigir dos estudantes uma postura ativa durante o desenvolvimento das atividades (levantamento e confronto de hipóteses e comunicação dos resultados aos pares) contribui para o desenvolvimento da argumentação em sala de aula e fomenta as interações discursivas entre os sujeitos deste ambiente, o que corrobora para o processo de alfabetização científica.

Entendemos também que o envolvimento dos estudantes com atividades desenvolvidas a partir de uma perspectiva de ensino investigativa contribui para a produção de significados dos mesmos, uma vez que, ao se engajarem nas atividades os estudantes se mantêm ativos no processo de construção do

conhecimento o que contribuiu para mantê-los pré-dispostos a aprender, quesito este considerado fundamental para a ocorrência da AS.

Referente à inserção do EI no EM a partir de SEI's, entendemos ser necessário compartilhar algumas reflexões que surgiram ao longo do desenvolvimento da pesquisa. Carvalho (2013), ao discutir os ciclos de etapas que devem ser contemplados em uma SEI, afirma que, em alguns casos, dependendo do nível de complexidade do conteúdo, existe a necessidade da repetição destes ciclos. Pois bem, de fato constatamos essa necessidade, tendo em vista que para responder à SPC precisamos de 4 SPA's. Nossa hipótese (e receio) inicial era de que a repetição demasiada destes ciclos poderia contribuir para que os estudantes perdessem o foco da investigação, uma vez que, a partir da nossa experiência em sala de aula, constatamos que a faixa etária do EM demanda do professor um grande esforço para a aquisição da atenção dos estudantes.

Devido à complexidade do conteúdo que escolhemos e ao nível de abstração exigido, não conseguimos discutir tudo o que pretendíamos sem repetir os ciclos propostos por Carvalho (2013). Por este motivo, preocupamo-nos em retomar várias vezes a SPC ao longo de toda a SEI e decidimos adotar variados recursos de ensino (vídeos, simulações, atividades experimentais, textos históricos, etc) na tentativa de “fugir da rotina” e manter os estudantes ativos e motivados a investigar o problema.

A partir dos resultados obtidos, referente aos significados produzidos pelos estudantes, sentimo-nos satisfeitos com a SEI que desenvolvemos e, apesar de não termos realizado uma pesquisa de satisfação com os estudantes, acreditamos que a proposta os tenha satisfeito também, uma vez que, após seis meses da implementação, estes que agora frequentam a segunda série do EM, ainda mencionam com alegria as atividades desenvolvidas naquela ocasião.

Da mesma forma que o EI satisfaz nossas expectativas quando serviu de aporte teórico para o desenvolvimento de nosso produto, entendemos que a teoria da AS se mostrou um instrumento de análise bastante viável para analisar os significados produzidos e modificados pelos estudantes a partir das interações destes com as informações compartilhadas por nós professores.

Avaliar a aprendizagem dos estudantes a partir da produção e modificação dos significados nos permitiu verificar de que forma os “novos” conhecimentos apresentados a eles foram ancorados em suas estruturas cognitivas (subordinação, sobreordenação ou combinação). Entendemos que a análise dos significados

permite ao professor/pesquisador identificar quais são as lacunas do processo de aprendizagem e então, a partir disso, utilizar organizadores prévios que auxiliem os estudantes na ressignificação.

Por estas características apontadas, tanto sobre o EI quanto sobre a teoria da AS, consideramos extremamente eficiente esta articulação uma vez que nosso instrumento de análise nos permitiu alcançar os objetivos que traçamos (verificar os significados produzidos pelos estudantes a partir da implementação da SEI que desenvolvemos).

Os resultados que obtivemos com a análise dos significados nos permitem concluir que a SEI oportuniza não só a produção e modificação de significados que possuem clareza, estabilidade e aplicabilidade em outros contextos, mas que, ao problematizar os tópicos de Gravitação por meio da carta fictícia, contribui para que os estudantes se mantenham pré-dispostos a aprender.

Entendemos também que as trocas de conhecimento entre os pares, as sistematizações e as retomadas de discussões permitidas e encorajada pelo EI contribuem para a produção de significados claros e estáveis, uma vez que estes momentos oferecem oportunidades aos estudantes para exporem suas dúvidas e ao professor de acompanhar o processo de produção e modificação dos significados.

É importante mencionarmos também o fato de que a SEI proposta oferece suporte para os professores trabalharem de forma integral ou fracionada os tópicos de Gravitação abordados, sendo estes: a evolução histórica dos modelos planetários; os movimentos planetários; a Lei da Gravitação Universal de forma contextualizada; o fenômeno Marés e; as fases da Lua. Somos conscientes de que nem sempre é possível abordar em sala de aula os conteúdos de forma investigativa por conta do tempo que esta perspectiva de ensino demanda, sendo assim, nos preocupamos em desenvolver uma proposta que permite, a partir da organização do conteúdo em Situações-Problema de Apoio, recortes e adequações por parte do professor.

Apesar da teoria da AS destacar que aprendizagem significativa não é sinônimo de aprendizagem correta, sempre tivemos a preocupação de que os significados produzidos e modificados pelos estudantes, a partir do contato com as atividades propostas, possuíssem consistência científica e é com alegria que fazemos referência mais uma vez à discussão dos resultados uma vez que podemos

perceber a consistência científica dos significados produzidos e modificados pelos estudantes.

De forma geral, não encontramos obstáculos relacionados às interações professor/pesquisador, estudantes e instrumentos de pesquisa, que dificultaram a implementação da SEI. Contudo cabe aqui uma crítica à rede pública do estado de Santa Catarina responsável pela educação no nível básico devido à falta de suporte referente às Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's) tais como: projetor multimídia, rede *Wi-fi* disponível na escola para uso em sala de aula, plataforma operacional nos computadores que permita a utilização de simulações presentes na rede, computadores em bom estado de funcionamento, entre outros recursos que dificultam e/ou desmotivam o professor a adotar recursos diferentes de canetão e lousa em suas aulas.

Com relação aos pontos levantados pelos professores no momento em que responderam o questionário, no início da pesquisa, podemos afirmar que a SEI desenvolvida: i) (apesar de não ter esse foco) pode auxiliar com as dificuldades relacionadas à abordagem matemática do conteúdo. Pois no momento em que sugerimos o cálculo da força de atração gravitacional entre a cidade de Joinville e a Lua em períodos de maré alta e baixa, foi realizada a abordagem matemática do conteúdo e tanto sugestões quanto indicações de como realizar este momento foram fornecidas ao professor no produto educacional; ii) contribui para a otimização do tempo das aulas, uma vez que, suas atividades foram planejadas respeitando uma sequência de conteúdos que servem de base para discussões futuras; iii) serve de material de apoio para os professores discutirem este conteúdo em sala de aula; iv) contempla alguns tópicos de Gravitação considerados relevantes pelos professores, sendo estes modelos planetários, Lei da Gravitação Universal e evolução histórica da Gravitação.

Referente às sugestões relacionadas à pesquisa acadêmica que realizamos, entendemos ser importante frisar nossa satisfação com relação à adoção da perspectiva de ensino investigativa em sala de aula, de forma que independente se por meio de SEI's ou de ações de ensino isoladas, sob essa perspectiva o estudante é ativo e consciente no processo de construção do conhecimento ao mesmo tempo que o professor atua como mediador do processo de aprendizagem.

Ao que se refere às sugestões de mudanças que consideramos necessárias na proposta que desenvolvemos e as recomendações para professores que venham

a adotar a SEI para uso em suas aulas, informamos que um manual completo das atividades, com orientações para o professor, pode ser obtido no produto educacional (APÊNDICE C).

Um episódio que certamente nos marcou e vale ser lembrado como uma lição ao final de toda a pesquisa foi o da estudante que apesar de responder de forma correta a questão preferiu adotar, no momento da avaliação, as palavras que encontrou na internet. Esse fato nos lembra que além de estudar estratégias de ensino e maneiras de preparar/avaliar atividades é preciso encontrar uma forma de fazer com que o estudante acredite no conhecimento que constrói e o valorize.

## REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D.P., NOVAK, J. D. e HANESIAN, H.. **Educational Psychology – A Cognitive View**. 2. ed. Nova York: Holt, Rinehart and Winston. 1978. 733 p.

AUSUBEL, D.P., NOVAK, J. D. e HANESIAN, H.. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitive**. Lisboa: Plátano. 2000.

AUSUBEL, D.P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. New York: Kluwer Academic Publishers. 2000.

BACHELARD, G. **A Formação do Espírito Científico**. 1ª ed. (7ª imp.), Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARROW, L. H. A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards. **Journal of Science Teacher Education**, v. 17, n. 3, p. 265-278, 2006.

BESSA, Valéria da Hora. Ausubel e a aprendizagem significativa. In: \_\_\_\_\_ (Org.) **Teorias da Aprendizagem**. 2. ed. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2011. p. 189 –197

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994. (n. 12 - Coleção Ciências da Educação).

BRASIL, BNCC: **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da Educação, 2016. Disponível em: < <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/documentos/bncc-2versao.revista.pdf> >. Acesso em: 12 de jun. de 2016.

BRASIL, **PCN: Ensino Médio**. Brasília, Ministério da Educação/Secretaria da Educação Média e Tecnológica. 1999.

BRASIL, PCN+: **Ensino Médio: Orientações complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica. 2002.

BRITO, Frederico Reis Marques de ; OLIVEIRA, Leni Nobre de . **As dificuldades da interpretação de textos matemáticos: algumas reflexões**. In: 16º Congresso de Leitura do Brasil, 2008, Campinas. Anais do 16º COLE, 2008.

CARVALHO, A.M.P. . **O Ensino de Ciências e a Proposição de Sequências de Ensino Investigativas**. In: Anna Maria Pessoa de Carvalho. (Org.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. 1ed.São Paulo: Cengage Learning, 2013, v. 1, p. 01-15.

CHALMERS, A. F. **¿Qué Es Esa Cosa Llamada Ciencia?** 3ª ed. (14ª reimp., revisada e ampliada), Madri/ES: Siglo, 2000.

CLEMENT, L.. **Autodeterminação e Ensino Por Investigação: Construindo Elementos Para Promoção da Autonomia em Aulas de Física.** 2013. 238 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica – Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina. 2013.

DEBOER, G. E. Historical Perspectives on Inquiry Teaching in Schools. In: FLICK, L.B.; LEDERMAN, N. G. (Editores). **Scientific Inquiry and Nature of Science: implications for teaching, learning and teacher education.** Norwell: Kluwer Academic Publishen, 2006. p. 17-35.

DUBEUX, M. H. S.; SOUZA, I. P. de. **Organização do Trabalho Pedagógico por Sequências Didáticas.** In: BRASIL, PACTO NACIONAL PARA ALFABETIZAÇÃO NA IDADE CERTA, UNIDADE 6, ANO 1, 2012.

FAZENDA, IVANI et. al.. **Metodologia da Pesquisa Educacional,** São Paulo, Cortez, 2010.

GIANI, K., **A experimentação no Ensino de Ciências: Possibilidades e Limites na Busca de Uma Aprendizagem Significativa.** 2010. 190 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

KNELLER, G. F. **A Ciência como Atividade Humana.** Tradução de Antonio José de Souza. Rio de Janeiro: Zahar, São Paulo: EDUSP, 1980.

LAWALL, I. T.. FACHINI, C. M.. **Análise de um Pré-Teste de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para o Estudo de Dilatação Térmica.** Encuentro Iberoamericano Sobre Investigación en Enseñanza de las Ciencias. Burgos, Espanha. 2015. (Apresentação de Trabalho/Comunicação).

LÜDKE, M. ANDRÉ, M.E.D.A.. **Pesquisa e Educação: Abordagens Qualitativas.** São Paulo : EPU, 1986.

MATTHEWS, M. R.. **História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação.** Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 12, n. 3, p. 164-214, dez. 1995.

MEDEIROS, G. C. M. de.. **Reflexões e Contribuições para o Ensino de Gravitação Clássica no Nível Médio.** 2005. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005.

MEDEIROS, A. MEDEIROS, C.F.. **Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física.** Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 24, no. 2, p. 77-86, Junho 2002.

MOREIRA, M. A.. **A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel.** In: \_\_\_\_\_ . Ensino e Aprendizagem: enfoques teóricos. São Paulo: Moraes, 1995. P.61-73.

MOREIRA, M. A.. **Teorias de aprendizagem.** São Paulo: Editora Pedagógica Universitária, 1999. 195p

MOREIRA, M. A.. **Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas – UEPS.** Aprendizagem Significativa em Revista, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 43-63. 2011.

MOREIRA, Marco Antônio. **A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel.** In: \_\_\_\_\_ (Org.). Teorias de Aprendizagem. 2. ed. São Paulo: E.P.U., 2014. p. 159-173.

PEREZ, E. P.. **Caixa Experimentoteca: Uma Proposta Para O Ensino de Astronomia.** 2015. 74f. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2015.

PINHEIRO, T.F.; PINHO-ALVES, J.. **O que pensam os estudantes do Ensino Médio sobre projetos temáticos nas aulas de Física.** In: X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2006, Londrina, PR. Atas do X EPEF, v. 1. p. 1-10. 2006.

PINTRICH, P. R.; SCHUNK, D. H. **Motivation in education: theory, research, and applications.** 2a. ed. Upper Saddle River, NJ: Merrill, 2002. 460 p. 2002.

POZO, J. I. **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprende.** Porto Alegre: Artmed. (1998).

POZO, J. I.. **Teorias cognitivas da aprendizagem.** Porto Alegre: Artmed. 2002.

RICARDO, E. C.; FREIRE, J. C. A.. **A Concepção dos Alunos Sobre a Física do Ensino Médio: Um Estudo Exploratório.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 2, p. 251-266, 2007.

SANTOS, I. Emerson.. **Calor e temperatura: um ensino por investigação / Emerson Izidoro dos Santos ...[et al.]; Anna Maria Pessoa de Carvalho, organizadora. – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.**

SASSERON, L. H.. **Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor.** In: Anna Maria Pessoa de Carvalho. (Org.). Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. 1ed.São Paulo: Cengage Learning, 2013, v. 1, p. 41-62.

VIEIRA, Fabiana A. da C.. **Ensino por Investigação e Aprendizagem Significativa Crítica: Análise Fenomenológica do Potencial de Uma Proposta de Ensino.** 2012. 197 p. Tese (Doutorado em Educação para Ciência) – Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2012.

ZOMPERO, A. F.; LABURU, C. E.. **As atividades de Investigação no Ensino de Ciências na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa.** Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias (En línea), v. 5, p. 12-19, 2010.

ZÔMPERO, Andreia de Freitas. ***Significados de Fotossíntese Elaborados por Alunos do Ensino Fundamental a partir de Atividades Investigativas Mediadas por Multimodos de Representação***. 2012. 226 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Londrina, Paraná.

ZÔMPERO, Andréia de F.; SAMPAIO, Helenara R., LABURÚ, Carlos E., GONÇALVES, Carlos E. de S.. **Atividade Investigativa na Perspectiva da Aprendizagem Significativa: Uma Aplicação no Ensino Fundamental com a Utilização de Tabelas Nutricionais**. Gondola: enseñanza y aprendizaje de las ciencias, v. 9, p. 10-21, 2014.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PRÉVIO ENCAMINHADO AOS PROFESSORES



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENSINO DE CIÊNCIAS, MATEMÁTICA E TECNOLOGIAS

#### Aspectos Relativos ao Ensino de Gravitação em Aulas de Física

1. Você aborda o conteúdo de Gravitação no Ensino Médio? ( ) Sim ( ) Não
  - a. Em caso positivo, em qual série?  
\_\_\_\_\_
  - b. Em caso negativo, quais as razões?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
  
2. Quando você aborda o conteúdo de Gravitação, quais as dificuldades que você enfrenta? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
  
3. Quais tópicos de Gravitação você considera importantes para serem abordados em sala de aula? (Cite em ordem de prioridade).  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
  
4. Você acredita que tópicos de Gravitação podem contribuir com a formação da cidadania dos estudantes do Ensino Médio? Justifique. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PRÉVIO ENCAMINHADO AOS ESTUDANTES



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENSINO DE CIÊNCIAS, MATEMÁTICA E TECNOLOGIAS

Nome Completo: \_\_\_\_\_

SÉRIE: \_\_\_\_\_ Turno: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_ Escola: \_\_\_\_\_

### QUESTIONÁRIO

1. Você acredita que o estudo da Física pode lhe ajudar na compreensão fenomenológica da natureza? Justifique.

---

---

---

2. Você já ouviu falar em Gravitação? ( ) Sim ( ) Não  
Em caso afirmativo, acredita ser importante o estudo deste conteúdo no Ensino Médio? Em caso negativo, gostaria de conhecê-lo?

---

---

---

3. De que forma você gostaria que o seu professor abordasse o conteúdo de Gravitação (vídeos, experimentos, textos, simulações computacionais, outros.)? Justifique a sua resposta.

---

---

---

4. O que você entende por Gravitação?

---

---

---

5. O que você entende por Astronomia?

---

---

---

6. Você acredita que a Terra gira entorno do Sol ou que o Sol gira entorno da Terra? Justifique a sua resposta.

---

---

---

7. No sistema solar a Terra executa algum movimento? Em caso afirmativo qual (quais) e descreva-o (os).

---

---

---

8. Caso você acredite que a Terra executa algum movimento, qual a causa destes movimentos?

---

---

---

9. Por que existem planetas mais próximos do Sol e outros mais distantes?

---

---

---

## APÊNDICE C – SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC  
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS,  
MATEMÁTICA E TECNOLOGIAS**

**PRODUTO EDUCACIONAL**

**FENÔMENOS LUNARES COMO  
BASE PARA O ENSINO DE  
GRAVITAÇÃO.**

**CARLA MARIA FACHINI BAPTISTA**

JOINVILLE, SC  
2017

**Instituição de Ensino:** UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA  
**Programa:** ENSINO DE CIÊNCIAS, MATEMÁTICA E TECNOLOGIAS  
**Nível:** MESTRADO PROFISSIONAL  
**Área de Concentração:** Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias.  
**Linha de Pesquisa:** Ensino Aprendizagem e Formação de Professores

**Título:** Fenômenos Lunares Como Base para o Ensino de Gravitação  
**Autor:** Carla Maria Fachini Baptista  
**Orientador:** Ivani Teresinha Lawall  
**Data:** 31/07/2017

**Produto Educacional:** Sequência de Ensino Investigativa  
**Nível de ensino:** Ensino Médio.  
**Área de Conhecimento:** Física  
**Tema:** Gravitação, Fenômenos Lunares

**Descrição do Produto Educacional:**

Propomos essa Sequência de Ensino Investigativa (SEI) com o intuito de contribuir para a produção de materiais didáticos que auxiliem o professor atuante no Ensino Médio (EM) a abordar o conteúdo de Gravitação a partir de uma perspectiva de Ensino Investigativa.

Essa SEI é o produto educacional emergente de um trabalho de mestrado, que teve como objetivo, além do desenvolvimento desta, avaliar quais foram os significados produzidos/modificados por estudantes da 1ª série do EM durante a implementação da mesma.

A SEI, que foi implementada, analisada e validada é apresentada a seguir em uma versão reformulada, a qual discute o conteúdo de Gravitação a partir da temática “Fenômenos Lunares”. A proposta aborda a temática a partir de uma Situação-Problema Central que contempla outras quatro Situação-Problema de Apoio, ambas desenvolvidas tomando como base a perspectiva de ensino investigativa, o que possibilita que o professor faça adaptações que se adequem a seus projetos educacionais.

**Biblioteca Universitária UDESC:** <http://www.udesc.br/bibliotecauniversitaria>

**Publicação Associada:** Gravitação no Ensino Médio sob uma Perspectiva Investigativa

**URL:** <http://www.cct.udesc.br/?id=1636>

Arquivo	*Descrição	Formato	
0012017.pdf	Texto completo	Adobe PDF	Visualizar/abrir

**Licença de uso:**

## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	1
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REFERENCIAIS TEÓRICOS.....	2
3. ESTRUTURAÇÃO DA SEI.....	4
Aula 01: Apresentação da Situação-Problema Central.....	8
Aula 02: SPA1 - Introdução aos Modelos Planetários.....	15
Aula 03: Sistematização “Modelos Planetários” + Introdução à Gravitação.....	17
Aula 04: Evolução Histórica da Gravitação Universal.....	20
Aula 05: Discussão e Sistematização das SPA2.....	26
Aula 06: Simulando e Modelizando a Lei da Gravitação Universal.....	27
Aula 07: Contextualizando o conhecimento: Marés.....	31
Aula 08: As Fases da Lua Influenciam nas Marés?.....	35
Aula 09: Fases da Lua.....	42
Aula 10: Respondendo a Carta-Fictícia.....	45
5. CONSIDERAÇÕES.....	46
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS PARA LEITURA COMPLEMENTAR DO PROFESSOR.....	47

## **APRESENTAÇÃO**

Olá professor(a)!

Apresentamos aqui, como produto educacional emergente de um trabalho de mestrado profissional em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias, uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) elaborada para abordar o conteúdo de Gravitação no Ensino Médio (EM) a partir de uma perspectiva de ensino investigativa.

Durante a pesquisa observamos uma certa demanda de materiais didáticos para abordar o conteúdo de Gravitação de uma forma diferente das tradicionalmente utilizadas. Pensamos então, em uma proposta que deixasse de lado o enfoque exclusivamente matemático, normalmente adotado quando se aborda a Lei da Gravitação Universal no EM. Dessa forma, propomos aqui uma SEI que contempla o uso de recursos como: simulação computacional, histórias fictícias, vídeos, textos históricos, entre outros.

Estas atividades foram desenvolvidas sob uma perspectiva investigativa de ensino visando contribuir para a produção de significados, por parte dos estudantes, relacionados ao conteúdo de Gravitação. Para tal, adotamos como aporte teórico o Ensino por Investigação à luz de Carvalho (2013) e a teoria da AS de Ausubel (1978).

Oferecemos este material à você professor atuante no EM com o intuito de encorajá-lo a adotar estratégias de ensino que considerem o estudante como ativo no processo de construção do conhecimento.

É importante mencionarmos também o fato de que a SEI proposta lhe oferece suporte para trabalhar de forma integral ou fracionada os tópicos de Gravitação abordados, sendo estes: a evolução histórica dos modelos planetários; os movimentos planetários; a Lei da Gravitação Universal de forma contextualizada; o fenômeno Marés e; as fases da Lua. Somos conscientes de que nem sempre é possível abordar em sala de aula os conteúdos de forma investigativa por conta do tempo que esta perspectiva de ensino demanda, sendo assim, nos preocupamos em desenvolver uma proposta que permite, a

partir da organização do conteúdo em Situações-Problema de Apoio, recortes e adequações por parte do professor.

Para guiá-lo em sua leitura, é válido mencionar que, a seguir apresentamos uma discussão sobre os referenciais teóricos que utilizamos e as estratégias de ensino propostas, bem como, descrevemos as aulas desenvolvidas, acompanhadas dos anexos e de orientações que possuem o objetivo de auxiliá-lo durante a implementação.

É importante que saiba que essa proposta foi elaborada por uma professora atuante no EM da rede pública do estado de Santa Catarina, que além de desenvolver também implementou o que aqui se propõe, que encontrou dificuldades durante o caminho, que fez modificações entendidas como necessárias, mas que ao final, constatou a partir das produções de seus lindos estudantes, que cada tentativa valeu a pena!

Então, não se esqueça: antes de pensar que a proposta a seguir não se encaixa na realidade de uma escola pública, lembre-se que ela foi desenvolvida e testada nesta realidade!

Tenha uma boa leitura!

Professora Carla.

## 1. INTRODUÇÃO

É comum que os estudantes do EM, ao serem questionados sobre a disciplina de Física, forneçam uma resposta que mostre seu desinteresse pelo estudo da mesma, atribuindo à disciplina adjetivos que a caracterizam como chata, difícil, tediosa (RICARDO, 2007).

Este comportamento indica a desmotivação de estudantes, e conseqüentemente professores, para estudar e ensinar Física e pode estar relacionado com a maneira com que a disciplina é abordada no EM. Tal situação torna-se preocupante quando se percebe que as lembranças levadas da disciplina de Física pelos estudantes, se resumem à: memorização, procedimentos mecânicos para a resolução de problemas e professores como detentores de um conhecimento aparentemente inalcançado por eles.

Frente à esta situação, torna-se necessária a busca de estratégias de ensino inovadoras para a abordagem da Física neste nível de educação, que contribuam para a modificação dessa realidade.

Da mesma forma, ao que se refere à necessidade da utilização de estratégias de ensino diferenciadas em sala de aula, a Base Nacional Curricular Comum (BNCC) defende que:

Fazer ciência envolve observações e inferências, coleta, interpretação, análise e avaliação de dados, formulação de hipóteses, realização de previsões e testes, modelagem matemática, verificação sistemática; portanto, aprender ciência envolve as mesmas práticas. [...] **Esses processos e práticas de investigação, portanto, constituem mais um dos eixos de formação para se aprender Física, trazendo a perspectiva investigativa para a vivência escolar, estimulando crianças e jovens a formularem hipóteses, enfrentarem problemas abertos e contextualizados, em lugar de memorizarem fórmulas e aplicá-las a exercícios padronizados.** (BRASIL, 2016, p. 588, grifos nossos).

As palavras trazidas pela BNCC (2016), demonstram concordar com o que os diferentes referenciais haviam dito até então. Enfatizam a necessidade de que os estudantes vejam significado no que aprendem e sugerem, para tanto, a adoção de práticas de ensino baseadas em uma perspectiva investigativa.

## 2. REFERENCIAIS TEÓRICOS

Frente às demandas atuais, mencionadas na seção anterior, optamos em utilizar para a organização desta proposta a perspectiva de ensino investigativa segundo Carvalho (2013). Pensamos em estruturar nossa proposta a partir de um conjunto de atividades de ensino (aulas). A autora utiliza o termo “Sequência de Ensino Investigativa (SEI)” para se referir a conjuntos organizados e coerentes de atividades investigativas, integrados para trabalhar um tema.

Segundo Carvalho (2013):

Na maioria das vezes a **SEI inicia-se por um problema, experimental ou teórico, contextualizado, que introduz os alunos no tópico desejado e dê condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático.** É preciso, após a resolução do problema, uma atividade de sistematização do conhecimento construído pelos alunos. Essa **sistematização é feita preferivelmente através da leitura de um texto escrito quando os alunos podem novamente discutir, comparando o que fizeram e o que pensaram ao resolver o problema,** com o relatado no texto. Uma terceira atividade importante é a que promove a **contextualização do conhecimento no dia a dia dos alunos, pois nesse momento eles podem sentir a importância da aplicação do conhecimento construído** do ponto de vista social (CARVALHO, 2013, p.7, grifos nossos).

Carvalho (2013), a partir de experiências com o Ensino Fundamental (EF), ainda menciona que muitas vezes para se conseguir discutir conteúdos mais complexos, faz-se necessária a repetição do ciclo apresentado acima ou mesmo o preparo de outras atividades de ensino, que segundo ela, em uma SEI:

[Devem ser planejadas] sob o ponto de vista do material e das interações didáticas, visando proporcionar aos alunos: **condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciarem os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e tendo condições de entenderem conhecimentos já estruturados** por gerações anteriores (CARVALHO, 2013, p.7, grifos nossos).

Tendo em vista o planejamento destas atividades, Carvalho (2013) sugere acerca das estratégias de ensino que podem ser utilizadas em uma

perspectiva de ensino investigativa: problemas abertos, atividades experimentais manipulativas e/ou demonstrativas, textos históricos ou de divulgação científica, simulações computacionais, vídeos, etc..

Para a elaboração da SEI que apresentaremos futuramente, priorizamos o uso de atividades de ensino que não se limitam às tradicionalmente utilizadas, mas sim, que se utilizam de: textos históricos e/ou de divulgação científica para promover reflexões e análises críticas; simulações computacionais e vídeos para tornar visível o abstrato; atividades experimentais para ilustrar o conhecimento apropriado e com o objetivo de gerar engajamento por parte dos estudantes; histórias fictícias e fantasia para as atividades escolares, como agentes motivadores da aprendizagem.

Como a própria BNCC (2016) retrata, conforme citação anterior, o Ensino por Investigação (EI) diferencia-se das estratégias de ensino tradicionalmente utilizadas, em particular, por considerar essencial a postura ativa do estudante durante o processo de aprendizagem. Em outras palavras, **o estudante é quem constrói o próprio conhecimento enquanto que o professor atua como mediador: propondo questões capazes de aguçar a curiosidade; estimulando-os a levantar e testar hipóteses na tentativa de solucionar o problema que lhes foi proposto; instigando-os a utilizar o novo conhecimento em situações cotidianas e aplicá-lo a novos contextos.**

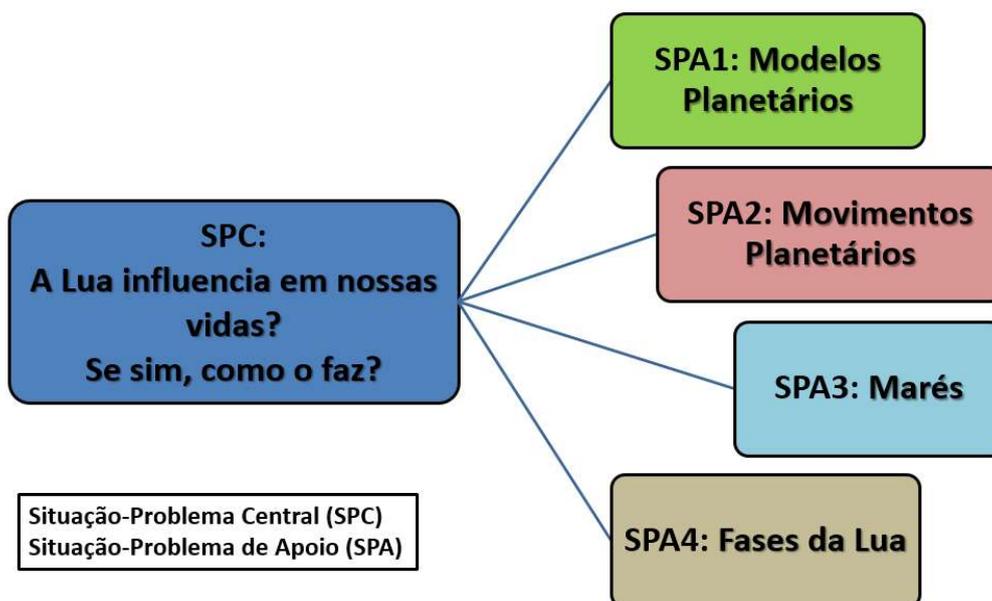
Ao que se refere à necessidade existente de que os estudantes vejam significado naquilo que aprendem, a teoria da Aprendizagem Significativa (AS) proposta por David Ausubel explica que a aprendizagem se torna significativa à medida que os estudantes conseguem relacionar o novo conhecimento que lhes é apresentado ao conhecimento já existente em sua estrutura cognitiva e a partir disso passa a existir um novo conhecimento (BESSA, 2011; MOREIRA, 2014).

### 3. ESTRUTURAÇÃO DA SEI

Conforme mencionamos anteriormente frente às demandas do cenário de ensino atual, optamos em desenvolver uma SEI para abordar o conteúdo de Gravitação no EM. A SEI que foi implementada, analisada e validada é apresentada a seguir em uma versão reformulada, a qual discute o conteúdo de Gravitação a partir da temática “Fenômenos Lunares”.

A proposta aborda a temática a partir de uma Situação-Problema Central (SPC) que é discutida a partir de quatro Situações-Problema de Apoio (SPA), todas desenvolvidas tomando como base a perspectiva de ensino investigativa, o que possibilita que o professor faça adaptações que se adequem a seus projetos educacionais. Para facilitar a visualização/compreensão, organizamos cada Situação-Problema por cor conforme a Figura 1 a seguir.

**Figura 1 - Organização das Situações-Problema por cor.**



Fonte: Elaborada pela autora, 2017.

No Quadro 1 que segue, apresentamos uma síntese das dez aulas que compõem a SEI mantendo a organização por cor de cada aula contemplada em cada Situação-Problema. A primeira coluna (da esquerda para a direita) demarca o número da aula, a segunda apresenta o título da mesma e a terceira explicita as ações de ensino que propomos.

**Quadro 1 – Quadro sintético da SEI.**

Nº (Data)	TÍTULO	AÇÕES DE ENSINO/APRENDIZAGEM
01 (27/10)	<b>Apresentação da SPC</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação da Situação-Problema Central (SPC) por meio da leitura de uma carta fictícia acompanhada de uma apresentação digital.</li> </ul>
02 (31/10)	<b>SPA1 - Introdução aos Modelos Planetários</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação da Situação-Problema de Apoio número 01 (SPA1) – Modelos Planetários a partir de um Vídeo.</li> <li>• Proposição da Questão de Apoio (QA) número 01.</li> </ul>
03 (01/11)	<b>Sistematização “Modelos Planetários” + SPA2 - Introdução à Gravitação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação de um Vídeo (para o confronto de hipóteses).</li> <li>• Sistematização do conhecimento.</li> <li>• Introdução da SPA2 – Introdução à Gravitação, por meio da proposição das QA's nº 02, 03 e 04.</li> </ul>
04 (03/11)	<b>Evolução Histórica da Gravitação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discussão entre os pares das respostas atribuídas às QA's 02, 03 e 04.</li> <li>• Proposta de um Texto Histórico para leitura.</li> <li>• Proposição de questões norteadoras para a leitura do texto (QT's).</li> </ul>
05 (07/11)	<b>Discussão e Sistematização das SPA2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mediação da discussão e sistematização das respostas atribuídas às questões norteadoras.</li> <li>• Apresentação de um vídeo auxiliar para a sistematização final das QA's 02, 03 e 04.</li> </ul>
06 (08/11)	<b>Simulando e Modelizando a Lei da Gravitação Universal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação da SPA3 a partir de uma simulação computacional que visa a modelização e a sistematização da Lei da Gravitação Universal.</li> </ul>
07 (10/11)	<b>Contextualizando o conhecimento: Marés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mediação da discussão da SPA3 a partir de uma Notícia que envolve a variação da Maré na cidade de Joinville.</li> <li>• Utilização do recurso “Tábua de Marés” para confronto de hipóteses da SPA3 e responder as QA's 5, 6 e 7.</li> </ul>
08 (17/11)	<b>As Fases da Lua Influenciam nas Marés?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mediação da discussão e da sistematização das QA's 5, 6 e 7.</li> <li>• Introduzir a partir de questões levantadas em sala e com o auxílio de uma animação interativa a SPA4.</li> </ul>
09 (21/11)	<b>SPA4: Fases da Lua</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mediar a discussão e o confronto de hipóteses levantadas sobre a SPA4, por meio de uma atividade experimental.</li> <li>• Sistematização do conhecimento construído a partir das reflexões propostas pela SPA4.</li> </ul>
10 (22/11)	<b>Respondendo à Carta-Fictícia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistematização e comunicação dos conceitos centrais do conteúdo de Gravitação, discutidos ao longo da sequência, por meio das respostas atribuídas às SPA's.</li> <li>• Sistematização das respostas que contemplam a SPC.</li> </ul>

Fonte: Elaborada pela autora, 2017.

Como pode-se observar, possuímos a preocupação de desenvolver uma SEI que contemple todas elencadas por Carvalho (2013), sendo estas:

- Apresentação do problema pelo professor;
- Apropriação do problema por parte do estudante;
- Levantamento, teste de hipóteses e solução do problema por parte do estudante;
- Sistematização do conhecimento adquirido;
- Aplicação deste conhecimento em novos contextos.

É possível verificar que há a repetição do ciclo de etapas. Julgamos necessária essa repetição pelo fato de que, ao longo da SEI, vários conceitos relacionados ao conteúdo de Gravitação são abordados e entendemos que os níveis de abstração exigidos por tais conteúdos justificam essa demanda.



**SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA -  
FENÔMENOS LUNARES COMO BASE PARA O  
ENSINO DE GRAVITAÇÃO.**

**Objetivo:** Apresentar aos estudantes a Situação-Problema Central (SPC), que será investigada e respondida ao término da implementação da SEI. Em decorrência dessa apresentação, almeja-se, neste momento, que os estudantes levantem as primeiras hipóteses na tentativa de responder a SPC a partir das questões que envolvem a proposta.

**1º Momento: Apresentação da Situação-Problema Central.**

**Tempo previsto: 25 minutos.**

**Dinâmica:** No início da aula, sugerimos que o professor proponha aos estudantes a SPC por meio de uma apresentação em PowerPoint (ANEXO I). Esta apresentação utiliza imagens para ilustrar as questões trazidas na carta fictícia (ANEXO II) que recomendamos que seja lida pelo professor após a apresentação.

Durante a apresentação, é importante que o professor chame a atenção da turma para algumas histórias populares que envolvem os fenômenos lunares. Quando questionados sobre essas histórias é possível que os estudantes mencionem que: existem mulheres grávidas que ficam atentas à mudança da fase da Lua, pois acreditam que nestes períodos, em comparação com outros períodos, existe uma probabilidade maior de ocorrer o parto; antes de cortar os cabelos deve-se prestar atenção ao calendário lunar, pois a Lua crescente contribui para que os cabelos cresçam mais rápidos, a Lua

### ATENÇÃO PROFESSOR!

Você deve se preocupar em criar um ambiente encorajador que contribua para que os estudantes se sintam à vontade para interagir durante a apresentação e responder aos seus questionamentos, para tal, é preciso que tenham espaço para compartilhar suas experiências.

Sugerimos que, de uma maneira descontraída, questionamentos referentes à situações cotidianas que envolvem os fenômenos lunares sejam lançados à turma e que seja disponibilizado à eles tempo para troca de ideias.

cheia faz com que o volume de cabelo aumente, etc..

Apresentamos, a seguir, algumas sugestões para a prática com objetivo de auxiliá-lo no momento da proposição da SPC:

- Ao apresentar o primeiro slide, recomendamos que o professor direcione a seguinte questão aos estudantes: *“quem já olhou para o céu à noite e se perguntou sobre os mistérios que existem lá fora?”*
- Na sequência (slide dois), é importante que professor esclareça para a turma que *“o objetivo de todos é investigar algumas histórias que envolvem o céu.”*

A partir do terceiro slide alguns “mitos”, possivelmente conhecidos pelos estudantes, serão explicitados pelo professor. A seguir encontram-se algumas sugestões de como poderá ser a fala do professor, direcionada à turma, neste momento:

- (Slide 3) *“Vocês alguma vez já ouviram falar que o alinhamento dos planetas poderia ocasionar o fim do mundo? Se sim, como vocês explicam isso?”*
- (Slide 4) *“É muito comum que uma mulher grávida que está se aproximando do nono mês de gestação demonstre preocupação na mudança de fase da Lua, pois, muitas pessoas costumam dizer que a Lua influencia no nascimento dos bebês. Vocês acham que isso é verdade? Conseguem explicar como a Lua pode ter essa influência?”*
- (Slide 5) *“Outra coisa que costuma-se dizer é que devemos sempre observar o calendário Lunar antes de cortar os cabelos. Vocês costumam fazer isso? De que forma vocês explicariam essa possível influência da Lua?”*
- (Slide 6 e 7) *“Em muitos filmes, séries e durante a conversa com pessoas mais idosas é comum de se ouvir que eventos místicos ocorrem na passagem de cometas e que na Lua cheia, homens se transformam em Lobisomens. Como vocês explicam isso?”*
- No oitavo slide, recomendamos que o professor mencione aos estudantes que *“muitos destes “mitos” são tidos como verdades e praticados por muitas pessoas ao longo da vida sem sequer serem questionados e que a partir de agora serão investigados de uma forma mais crítica por meio da ciência.”*

Após o momento em que os estudantes compartilham com os pares seus conhecimentos prévios na tentativa de responder aos questionamentos realizados, sugerimos que o professor os informe de que *“uma carta foi enviada à eles e que a pessoa que a escreveu também possui muitas dúvidas com relação a algumas histórias como estas que acabaram de mencionar.”*

Após noticiar o recebimento da carta recomendamos que o professor conduza a leitura da mesma, de modo que ele mesmo poderá realizá-la ou poderá solicitar que os estudantes o façam. Na ocasião em que implementamos esta SEI, optamos por entregar aos estudantes cópias individuais da carta e a leitura foi realizada pela professora.

Pensamos ser importante que os estudantes tenham contato com a carta, seja virtual ou real, para que ao longo da investigação possam acessar/retomar as questões que a mesma propõe. Caso não seja possível entregar a carta-fictícia impressa aos estudantes, fica aqui algumas sugestões de como disponibilizá-la:

- Projetar a carta-fictícia na lousa e permitir que os estudantes a fotografem;
- Disponibilizar em blogs, redes sociais ou em outras páginas da rede que os estudantes tenham acesso.

## **2º Momento: Levantamento Inicial de Hipóteses.**

**Tempo previsto: 20 minutos.**

**Dinâmica:** Neste momento recomendamos que seja solicitados aos estudantes que tomem nota, individualmente, de suas primeiras hipóteses

### **ATENÇÃO PROFESSOR!**

Recomenda-se que a leitura da carta seja realizada de forma dinâmica (com entonação) para que os estudantes sejam envolvidos pelo contexto e então se apropriem do problema. Para tal sugerimos que ao longo da leitura sejam instigados a levantar hipóteses na tentativa de responder às questões (muitas destas já terão sido respondidas durante a apresentação de slides) que lhes são propostas.

É importante que os estudantes compreendam que as questões servem de base para a resposta da SPC: “A Lua influencia nas nossas vidas? Se sim, de que forma o faz?”

levantadas (durante a apresentação e a leitura da carta) na tentativa de explicar as situações problemas propostas na carta. É importante que de alguma forma, o professor tenha acesso a estas hipóteses levantadas pelos estudantes. Os registros poderão ser entregues ao professor no final da aula ou então poderão ser lidos para o grande grupo e caberá ao professor registrar (de forma escrita, áudio-gravada ou filmada) as respostas mais recorrentes para retomá-las no futuro.

### ATENÇÃO PROFESSOR!

Somos cientes de que talvez seu interesse por esta SEI não esteja relacionado com pesquisa em ensino, mas sim com suporte didático-pedagógico para sua prática em sala de aula. Neste caso pode ser visto como irrelevante o recolhimento de registros iniciais para análise. Dessa forma recomendamos somente que essas informações sejam registradas informalmente e retomadas futuramente para discussão com a turma.

## Anexos da aula 01

### ANEXO I – Apresentação em PowerPoint.



1



2

FONTE: [http://www.imgrum.org/media/1011150892901028883\\_2039218028](http://www.imgrum.org/media/1011150892901028883_2039218028), 2017; FONTE: <https://www.duitang.com/blog/?id=521926742>, 2017.



3



4

FONTE: <http://apiemistika.lt/wp-content/uploads/2015/08/saules-sistema.jpg>, 2017; FONTE: <https://www.gestacaobebe.com.br/mudanca-da-lua-influencia-no-parto/>, 2017.



5



6

FONTE: <http://adrianeboneck.com.br/as-fases-da-lua-influenciam-no-crescimento-dos-cabelos/>, 2017; [https://www.youtube.com/watch?v=Tri28nW\\_1M8](https://www.youtube.com/watch?v=Tri28nW_1M8), 2017. FONTE: [http://media1.mypage.cz/images/media1:4bd0571b36060.jpg/Space\\_Comet\\_010509\\_.jpg](http://media1.mypage.cz/images/media1:4bd0571b36060.jpg/Space_Comet_010509_.jpg), 2017.



7



8

FONTE: <https://www.issoebizarro.com/blog/mitos-e-lendas/mitos-lendas-lobisomem/>, 2017; FONTE: <http://www.espacojames.com.br/?cat=104&id=11063>, 2017; FONTE:

## ANEXO II – Carta fictícia.

*Meu querido/Minha querida,*

*Cresci olhando para o céu, admirando sua beleza e pensando sobre seus mistérios. Ouvei muitas histórias de: guerreiros montados em cavalos que nos defendem de dragões; entes queridos que se foram e viraram estrelinhas; eventos místicos que ocorrem na passagem de cometas e no momento de eclipses; que chegará um momento em que seremos “engolidos” pelo Sol; que o alinhamento dos planetas pode desencadear o fim do mundo; que existem momentos certos para plantar, colher, pescar, cortar cabelo e de que a mudança da Lua pode contribuir para o nascimento de uma criança.*

*Pois bem. No momento da vida em que me encontro sinto a necessidade de conhecer um pouco mais sobre o mundo onde vivemos. Penso que não posso partir desse mundo sem entendê-lo um pouco mais. Algo que me deixa realmente intrigada é a Lua. Tão bonita e ao mesmo tempo tão misteriosa! Como pode ela se manter todas as noites no céu e nunca despencar de lá? Será mesmo verdade que outros planetas possuem mais de uma Lua? Como seria a Terra se ao invés de uma tivéssemos várias Luas? Ou se não tivéssemos nenhuma? Será a Lua a responsável por iluminar todas as estrelas? E pelo recuo do mar? E com relação aos períodos de plantio, caça e pesca ela de fato influencia em alguma coisa?*

*Aposto que você já ouviu algumas histórias como estas que acabei de contar e que com certeza você me auxiliará a encontrar as respostas corretas. Portanto, peço à você, jovem curioso, que tem aulas de Física em sua escola, que me ajude a compreender se de fato a Lua influencia nas nossas vidas e, se sim, de que maneira o faz. Estou esperando por uma carta sua com algumas respostas.*

*Um grande beijo!*

*“Não me diga que o céu é o limite, quando há pegadas na Lua”.*

*Jennette McCurdy”*

**Objetivo:** Verificar os conhecimentos prévios que os estudantes possuam sobre os modelos planetários.

**1º Momento: Apresentação de um Vídeo + Questão de Apoio nº 1.**

**Tempo previsto: 25 minutos.**

**Dinâmica:** No início da aula caberá ao professor retomar o objetivo de toda a investigação (verificar se a Lua influencia nas nossas vidas e se sim de que forma o faz) e mencionar novamente que a carta apresentada aos estudantes na aula anterior será como um guia para a solução da SPC.

Após a retomada da situação-problema que envolve a investigação, recomendamos que seja apresentado à turma um vídeo filmado na escola ou encontrado na rede, que mostra a variação da posição do Sol no céu ao longo do dia com o objetivo de introduzir a SPA1 que irá contribuir para a solução da SPC.

É interessante que esse vídeo seja filmado num lugar conhecido/frequentado pelos estudantes com a finalidade de despertar seu interesse e aproximá-los da SPA1. Em nossa prática produzimos um vídeo filmado no pátio da escola em um dia que o céu estava um pouco nublado, contudo é perceptível a variação da posição do Sol no céu ao longo da manhã.

Após a apresentação do vídeo sugerimos que o professor proponha a seguinte Questão de Apoio (QA) aos estudantes:

“Questão de apoio nº 01: Tenho observado que o

### ATENÇÃO PROFESSOR!

É válido mais uma vez lembrar que a perspectiva de ensino investigativa considera essencial que o estudante seja ativo no processo de construção do próprio conhecimento e dessa forma é imprescindível que ele: se aproprie do problema; levante e confronte hipóteses na tentativa de solucionar esse problema; comunique suas hipóteses e conclusões com os pares; sistematize formalmente o conhecimento e; empregue este conhecimento em outros contextos.

*Sol nasce em um lado do céu e se põe do outro lado, ou seja, durante o dia ele atravessa o céu. Isso me faz pensar: será mesmo que é a Terra que gira em torno do Sol? Ou será que é o Sol que gira em torno da Terra? Como você me ajuda a entender isso?”*

O professor poderá entregar esta questão impressa, ou escrevê-la na lousa e os estudantes deverão individualmente levantar hipóteses na tentativa de respondê-la. Cabe ao professor decidir se essas hipóteses deverão ser registradas por escrito e entregues no final da aula ou se serão levantadas e discutidos oralmente no grande grupo.

## **2º Momento: Discussão das Hipóteses no Grande Grupo.**

**Tempo previsto: 20 minutos.**

**Dinâmica:** Antes que a discussão seja iniciada sugerimos que o professor pergunte aos estudantes se esta questão é semelhante ou auxilia na resposta de alguma das questões da carta. Espera-se que os estudantes percebam que esta questão é muito semelhante à seguinte questão proposta na carta: *“Será que é a Lua quem gira ao nosso redor ou será que somos nós que giramos em torno dela?”* e que o raciocínio para respondê-las é o mesmo: uma questão de referencial (se tomarmos a Terra como referencial quem se move é a/o Lua/Sol se tomarmos a/o Lua/Sol como referencial quem se move é a Terra).

Ao final da discussão é importante que seja dito aos estudantes que na aula seguinte suas hipóteses serão testadas por meio de um vídeo que apresenta a evolução histórica dos modelos planetários.

**Objetivo:** Confrontar os conhecimentos prévios e as hipóteses levantadas pelos estudantes na aula anterior com a evolução histórica dos modelos planetários abordada pelo vídeo. Partindo deste confronto sistematizar o conhecimento sobre este tema e introduzir a SPA2.

**1º Momento: Apresentação do Vídeo: “Quando o Sol Girava em Torno da Terra”<sup>2</sup>.**

**Tempo previsto:** 10 minutos.

**Dinâmica:** Para resgatar a discussão iniciada na aula anterior (levantamento de hipóteses) e testar as hipóteses que foram levantadas, sugerimos que seja exibido à turma o vídeo “Quando o Sol Girava em Torno da Terra” que aborda a evolução dos modelos planetário de uma forma simples e divertida.

**2º Momento: Sistematização do Conhecimento.**

**Tempo previsto:** 15 minutos.

**Dinâmica:** A partir do vídeo, recomendamos que o professor se coloque como mediador de uma discussão entre os estudantes com o objetivo de confrontar seus conhecimentos prévios com as informações trazidas pelo vídeo.

Para tal recomenda-se que o professor dirija à turma as seguintes questões: *“i) O que vocês acharam do vídeo? As hipóteses que vocês haviam levantado se confirmaram? ii) Com base no vídeo e nos conceitos que nós já discutimos ao longo do*

### ATENÇÃO PROFESSOR!

Neste caso optamos em realizar a sistematização do conhecimento por meio de um vídeo. Caso você sinta a necessidade de sistematizar de forma escrita sugerimos que seja realizada de forma sintética na lousa a definição dos modelos Geocêntrico e Heliocêntrico com ênfase não apenas nas posições relativas dos corpos celestes mas sim em como se explicavam seus movimentos a partir de cada um destes modelos. **IMPORTANTE:** pelo fato desta SEI ser instrumento de uma pesquisa, inserimos para a coleta de dados as QA's 02, 03 e 04. Caso seja do seu interesse as causas dos movimentos planetários podem ser tratadas diretamente a partir do texto histórico sugerido na Aula 04.

<sup>2</sup> FONTE: <https://www.youtube.com/watch?v=2IS7DZeqOao>. Acessado em: 23/09/2016 as 17h:45min.

*ano, como vocês podem explicar o fato de observarmos o Sol se deslocando no céu ao longo do dia (como se fosse ele que gira em torno da Terra)?”*

Mais uma vez, espera-se que os estudantes mencionem a adoção de um referencial conforme descrito anteriormente.

Esta proposta possui os objetivos de sistematizar formalmente os conceitos e fazer com que os estudantes percebam a evolução do seu conhecimento. Sendo assim, após testar as hipóteses por meio do vídeo recomendamos que o professor questione os estudantes da seguinte forma: *“vamos lembrar daquele registro que vocês me entregaram, ou leram, na aula anterior com a primeira tentativa de responder essa questão. Agora depois de termos discutido, levantado hipóteses e assistido o vídeo vocês sentem necessidade de modificar aquela resposta? O que vocês mudariam?”*

### **3º Momento: Atividade de Pesquisa para Responder as Questões de Apoio nº 02, 03 e 04.**

**Tempo previsto:** 20 minutos.

**Dinâmica:** Este momento da aula é iniciado com a proposição de outras três QA's que possuem o objetivo de introduzir a SPA2.

Ao propor estas questões, recomendamos que o professor questione os estudantes da seguinte forma: *“Bem já que agora nós sabemos e entendemos que é a Terra que gira em torno do Sol vamos tentar compreender por que isso ocorre, ou seja, como pode a Terra se manter nessa órbita?”*

Os estudantes deverão utilizar seus conhecimentos prévios individuais para entregarem ao professor, ou registrarem em seus cadernos, as respostas das seguintes questões que lhes serão propostas (impressas ou escritas na lousa):

QA2: *Se de fato é a Terra quem gira em torno do Sol o que nos mantém nessa órbita?*

QA3: *Existem outros corpos que apresentam esse mesmo comportamento? Quais?*

QA4: *Será que a força que nos prende ao chão é a mesma que mantém a Terra e os outros planetas na órbita do Sol? Como você explica isso?*

Além de introduzir os estudantes ao tema Gravitação, essas questões possuem o objetivo de auxiliá-los a responder uma das questões propostas na carta

*“Como pode ela (a Lua) se manter todas as noites no céu e nunca despencar de lá?”*) além da SPC. Dessa forma, mais uma vez, antes do início da discussão, das respostas atribuídas às questões, é importante que o professor questione aos estudantes se estas questões auxiliam na resposta de alguma outra questão da carta.

## Aula 04: Evolução Histórica da Gravitação Universal

**Objetivo:** Discutir as respostas atribuídas aos estudantes para as questões propostas na aula anterior e sistematizar o conhecimento por meio da leitura de um texto histórico que contempla as dúvidas que motivaram Isaac Newton a tentar entender o que levava os corpos a se manterem nas órbitas.

**1º Momento: Discussão das Hipóteses Levantadas na Aula Anterior.**

**Tempo previsto:** 15 minutos.

**Dinâmica:** Recomendamos que a aula seja iniciada pelo professor retomando a atividade proposta na aula anterior. Para tal, é interessante que o professor devolva aos estudantes os registros que lhe foram entregues para que possa se dar início à discussão. Caso o professor tenha solicitado aos estudantes que registrassem as hipóteses em seus cadernos, neste momento todos deverão tê-las em mãos.

Na sequência, é o momento dos estudantes comunicarem as hipóteses levantadas para responder às QA's 02, 03 e 04 com os demais colegas e o professor deverá mediar a discussão.

Estas respostas serão testadas pelos estudantes por meio da leitura do texto histórico que será realizada no próximo momento, sendo assim é importante que a discussão seja registrada pelo professor (por meio de anotações, registros de vídeo e áudio, etc.) para que possa ser retomada futuramente.

### ATENÇÃO PROFESSOR!

Conforme já alertado anteriormente na Aula 03, caso não seja do seu interesse verificar os conhecimentos prévios dos estudantes referentes às causas dos movimentos planetários é possível abordar essas questões somente a partir do texto histórico que propomos nesta aula (discutindo é claro as questões que sugerimos para nortear a leitura do texto).

## 2º Momento: Leitura do Texto Histórico.

**Tempo previsto:** 30 minutos.

**Dinâmica:** Os estudantes, em duplas, deverão realizar a leitura do texto histórico (ANEXO I), e responder as questões abaixo que poderão ser feitas informalmente/oralmente pelo professor, entregues impressas ou escritas na lousa e que possuem o objetivo de auxiliar na sistematização formal das QA's 02, 03 e 04 e nortear a leitura do texto. Estas são:

1. O que motivou Isaac Newton a compreender as causas dos movimentos planetários?
2. O que fez Newton achar que existia uma força de atração entre os planetas e o Sol?
3. A força que mantém a Lua na órbita da Terra é a mesma que faz com que uma maçã caia de uma árvore? Se sim, por que a Lua não cai em direção à superfície do planeta?
4. De que forma compreender o movimento da Lua com relação à Terra auxiliou Newton na compreensão do movimento dos planetas com relação ao Sol?

Esta atividade possui o objetivo de fornecer informações aos estudantes para que os mesmos possam testar suas hipóteses e poderá ser concluída em casa.

O texto histórico que sugerimos para este momento encontra-se no livro didático “Física Ciência e Tecnologia” escrito pelos autores Carlos Magno A. Torres, Nicolau Gilberto Ferraro, Paulo Antonio de Toledo Soares e Paulo Cesar Martins Penteado que foi distribuído pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) no ano de 2015.

### ATENÇÃO PROFESSOR!

Caso você conheça um texto que discuta a evolução histórica da Lei da Gravitação Universal de uma maneira que lhe agrade mais que o texto que sugerimos sintá-se à vontade para utilizá-lo. Contudo preste atenção: muitos textos que encontramos discutem de forma leviana os acontecimentos, por este motivo recomendamos que faça a leitura do artigo “A Maçã de Newton: Histórias, Lendas e Tolices” (referência no ANEXO II) escrito por Roberto de Andrade Martins que discute a veracidade do episódio da maçã.

Apesar desse texto apresentar algumas fragilidades com relação aos episódios que realmente aconteceram referentes à Evolução da Lei da Gravitação Universal, ele traz muitas informações pertinentes utilizando uma linguagem adequada para o nível médio.

Após a leitura do texto é fundamental que o professor chame a atenção dos estudantes com relação ao episódio da maçã (o qual não existem evidências históricas que o comprovem) e com relação ao desafio que supostamente foi proposto por Wren.

Em relação às respostas esperadas para as questões que nortearão a leitura do texto é importante os estudantes compreenderem, respectivamente, que:

1. O que motivou Newton a estudar a Gravitação foi o fato de não existir nenhuma teoria capaz de explicar por que os corpos celestes se comportavam de acordo com as Leis de Kepler, ou seja, não se sabia por que o movimento se dava daquela forma;
2. Ao comparar o movimento dos planetas com relação ao Sol ao de uma massa presa à extremidade de uma corda que descreve um movimento circular, Newton entendeu que a Lua descreve seu movimento ao redor da Terra porque nosso planeta exerce uma força sobre ela.
3. A força que mantém a Lua na órbita de nosso planeta é a mesma que faz com que os corpos próximos à superfície terrestre caiam. A Lua só não cai sobre a Terra porque ela também se movimenta em torno do seu próprio eixo e também porque sofre influência da força de atração gravitacional do Sol e dos outros planetas.
4. Sim auxiliou, uma vez que, são sistemas semelhantes. A Terra está para o Sol como a Lua está para os outros planetas. Em outras palavras, a força que mantém a Lua na órbita na Terra possui a mesma natureza que a força que mantém a Terra e os outros planetas na órbita do Sol.

Em caso de ao final da leitura do texto os estudantes não compreendam as relações explicitadas acima caberá ao professor chamar a atenção dos mesmos para tais detalhes durante a apresentação do vídeo na aula anterior.

ANEXO I – Texto Histórico<sup>3</sup>.

#### 4 Lei da Gravitação Universal (ou lei da atração das massas)

A gravidade rege o Universo. Ela mantém a Lua girando ao redor da Terra, a Terra girando ao redor do Sol, o Sol e outros cem bilhões de estrelas girando ao redor do centro da Via Láctea.

Os primeiros passos para compreender os “mistérios” da gravidade foram dados por Galileu Galilei por volta de 1604. Simulando a queda dos corpos em planos inclinados, Galileu estabeleceu as funções matemáticas que são funções horárias que relacionam a posição e a velocidade dos corpos em movimento pela ação da gravidade. São as funções horárias dos movimentos uniformemente variados que já estudamos em Cinemática.

Entretanto, coube a Isaac Newton a tarefa de interpretar a gravidade como uma força de caráter universal, reunindo assim os fenômenos (movimentos) celestes e terrestres em uma única teoria. Tudo começou com um “desafio”.

Embora as três leis de Kepler, do movimento planetário, já fossem conhecidas havia mais de cinquenta anos, não existia uma teoria capaz de explicá-las e demonstrá-las matematicamente.

Em 1684, o matemático e arquiteto Christopher Wren, um dos fundadores da Royal Society de Londres, sugeriu a dois colegas seus, o astrônomo Edmond Halley (que, como vimos, deu nome ao cometa) e o cientista experimental Robert Hooke (que estudou a força elástica), a demonstração de que os movimentos planetários podiam ser plenamente explicados pelo fato de a intensidade da força variar com o inverso do quadrado da distância  $\left(\frac{1}{d^2}\right)$ . Os três já suspeitavam disso havia algum tempo, e Hooke afirmava conhecer o fato, embora nunca tivesse apresentado uma demonstração. O desafio valia prestígio e dinheiro!

Nessa época, em Cambridge, cidade a cerca de 80 km ao norte de Londres, morava um matemático de nome Isaac Newton, de temperamento forte, hábitos recatados e elevado rigor moral. Sabendo que ele criara métodos matemáticos “secretos” – tratava-se do cálculo infinitesimal – que seriam eficazes na solução desse problema, Halley o procurou no Trinity College da Universidade de Cambridge.

Newton disse a Halley que essa questão lhe era familiar, uma vez que a ideia lhe ocorrera alguns anos antes. No entanto, como não se lembrava onde havia guardado a demonstração, Newton enviou a Halley, em novembro daquele ano, um manuscrito muito breve, intitulado *De Motu*, com a resposta ao problema proposto por Wren a Halley e Hooke. Entusiasmado, Halley apresentou o trabalho de Newton à Royal Society.

Contagiado pela euforia de Halley, Newton aprofundou e ampliou suas ideias, “resumidas” no manuscrito *De Motu*, e, em 1686, apresentou a Halley um tratado de quatrocentas páginas manuscritas com o título *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*. Com total suporte intelectual e financeiro de Edmond Halley, a Royal Society publicou a primeira edição dos *Principia* em 1687.

No Livro I de sua obra intelectual, Newton enunciou e demonstrou alguns teoremas que chegaram, por meios teóricos, às leis de Kepler, indicando que ele estava no caminho certo, isto é, que suas premissas e proposições estavam corretas.

#### Primeiro enunciado – qualitativo

Matéria atrai matéria na razão direta de suas massas e na razão inversa do quadrado da distância.

Apresentar a lei da Gravitação Universal dessa maneira pode causar algum espanto. Caiu do céu? Foi um momento de notável iluminação de quem a enunciou? Na verdade, as coisas não se passaram assim, e, até que o cientista inglês Isaac Newton (1642-1727) chegasse à formulação dessa lei, muito trabalho, muita pesquisa e muitos cálculos foram realizados.

As leis de Kepler apenas descrevem os movimentos planetários, não entrando na discussão referente às suas causas. Analisando esses movimentos, em particular o da Lua, Newton percebeu que, se a velocidade de um astro em movimento varia, pelo menos em direção, deve existir uma força, agindo

<sup>3</sup> Imagens e texto retirados do livro Física Ciência e Tecnologia, vol. 1, p.271-272, São Paulo: 2013

sobre o astro, que produz essa mudança de velocidade. Do mesmo modo que um corpo preso a um barbante gira sob a ação de uma força, exercida pelo barbante, a Lua deve descrever seu movimento ao redor da Terra porque nosso planeta exerce uma força sobre ela.

Acreditando firmemente que as leis dos movimentos deveriam ser válidas em qualquer lugar e não somente aqui na Terra, Newton se convenceu e, posteriormente, provou que a força que mantém a Lua ao redor da Terra tem a mesma natureza daquela que faz os corpos caírem sobre a Terra. Em outras palavras, se a Lua não estivesse em movimento, ela também cairia sobre a Terra, assim como qualquer outro corpo cai até o chão ao ser abandonado. A **Figura 7.29**, óleo de 1905 do pintor inglês Robert Hannah (1812-1909), mostra Isaac Newton no pomar da propriedade da sua família em Woolsthorpe. Diz a lenda que, após presenciar a queda de uma maçã, Newton teria tido a “inspiração” para a formulação da teoria da gravitação universal.



**Figura 7.29** Óleo de Robert Hannah, retratando o momento em que Newton concebeu a ideia de que a gravitação é universal. Mito ou verdade? Não importa. Seja como for, esse mágico instante na história da humanidade é o tema preferido de muitos artistas.

É interessante citar aqui as palavras de Isaac Newton, em uma carta enviada em 1676 a Robert Hooke: “If I have seen further, it is by standing on the shoulders of giants”. (Se consegui ver mais longe, foi porque subi nos ombros de gigantes.) Embora Newton estivesse se referindo a suas descobertas em óptica, e não a seu trabalho sobre a gravidade e as leis dos movimentos dos corpos, essa frase expressa a ideia de que a construção da ciência não é fruto apenas da intuição ou da genialidade de uma só pessoa, e sim o resultado de um esforço coletivo. Esse esforço consiste não apenas num trabalho conjunto, mas sobretudo em procurar saber o que foi feito antes, a fim de ter um ponto de partida para novas descobertas, novas teorias e novos modelos. É desse modo que a ciência e o conhecimento avançam, e foi assim que a humanidade chegou ao atual nível de desenvolvimento tecnológico.

## Segundo enunciado — quantitativo

Aliando seu aguçado senso de observação, seu profundo conhecimento matemático e, por que não dizer, sua admirável intuição, Newton concluiu que as forças que determinam a atração entre dois corpos, seja a que faz uma maçã cair na superfície da Terra, seja a que perpetua o movimento de um planeta em torno do Sol, ou da Lua em órbita da Terra, são de mesma natureza e são denominadas forças gravitacionais. Se a Lua não estivesse em contínuo movimento, ela seria atraída até o centro da Terra, se não colidisse com a superfície do planeta.

Entre as inúmeras demonstrações e definições encontradas nos *Principia* a lei da atração das massas pode ser enunciada como:

Todo corpo atrai qualquer outro com uma força dirigida ao longo da linha que os une, cuja intensidade é proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que as separa.

ANEXO II – Artigo sugerido para leitura do professor: “A maçã de Newton: histórias, lendas e tolices”

[MARTINS, Roberto de Andrade](#). A maçã de Newton: história, lendas e tolices. In: Cibelle Celestino Silva. (Org.). Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo, SP: Editora Livraria da Física, 2006, v. , p. 167-189. Fonte: <http://www.ghc.usp.br/server/pdf/RAM-livro-Cibelle-Newton.pdf> . Acessado em: 07/06/2017 às 16h:43min.

## Aula 05: Discussão e Sistematização das SPA2

**Objetivo:** Sistematizar formalmente as QT's propostas na aula anterior a partir do vídeo que será apresentado nesta aula.

### **1º Momento: Discussão das QT's.**

**Tempo previsto:** 20 minutos.

**Dinâmica:** Sugerimos que o professor inicie a aula retomando as questões propostas na aula anterior (QT's) e chamando a atenção dos estudantes para a semelhança entre estas e as QA's 02, 03 e 04 que foram propostas na aula nº 03.

É de extrema importância que os estudantes compreendam o que motivou Newton a estudar “o que fazia com que os planetas se mantivessem nas órbitas e que isto é o que explica o fato da Lua se manter na órbita da Terra sem “despençar de lá””. Caso isso não ocorra, caberá ao professor chamar a atenção da turma durante o vídeo proposto no momento seguinte.

### **2º Momento: Apresentação do Vídeo “Gravidade - Quer que Desenhe?”.**

**Tempo previsto:** 25 minutos.

**Dinâmica:** Para finalizar as discussões realizadas anteriormente (levantamento e confronto de hipóteses) e organizar o conhecimento, sugerimos que seja exibido à turma um trecho (00:44 – 04:43) do vídeo “Gravidade – Quer que Desenhe?” que possui o objetivo de auxiliar na sistematização do conhecimento, atividade esta que será realizada em seguida.

O vídeo também menciona o episódio da maçã sem discutir sua veracidade, então após a sua apresentação cabe ao professor lembrar da discussão que aconteceu, na aula anterior, após a leitura do texto para que os estudantes não assumam como verdade esta estória.

Na sequência, ainda com o objetivo de sistematizar o conhecimento, recomendamos que as QA's 02, 03 e 04 bem como as QT's sejam formalmente sistematizadas na lousa pelo professor com o auxílio dos estudantes. Caso não o tenha feito antes o professor poderá aproveitar este momento para retomar e sistematizar de forma escrita a QA1.

<sup>4</sup> FONTE: <https://www.youtube.com/watch?v=6DFYKiXSLFY> . Acessado em: 23/09/2016 as 19h:10min.

**Objetivo:** Utilizar a simulação computacional para discutir e modelizar a Lei da Gravitação Universal para então introduzir a SPA3 – Marés.

### 1º Momento: Simulação Computacional.

**Tempo previsto:** 20 minutos.

**Dinâmica:** No início da aula, cabe ao professor lembrar os “passos que foram dados” até o presente momento com a finalidade de alcançar os objetivos que foram traçados no início dos estudos. Sugere-se que o professor inicie o diálogo da seguinte maneira: *“Pessoal, antes de darmos início a aula de hoje vamos retomar o nosso objetivo e o que já fizemos para alcançá-lo.”*

Espera-se que diante desta indagação os estudantes mencionem que o objetivo principal é responder as questões da carta que lhes foi entregue, sobretudo se a Lua influencia de alguma forma nas nossas vidas e como o faz. Após essa síntese, é interessante que demonstrem estar conscientes dos esforços que já foram feitos na tentativa de alcançar tais objetivos. Dessa forma é interessante mencionarem também que no início foram discutidos: i) os modelos planetários; ii) o que motivou Isaac Newton a estudar a interação gravitacional entre os corpos e iii) como ocorreu a evolução histórica da Gravitação. Caso isso não ocorra caberá ao professor lembrá-los.

Após este momento, o professor deverá propor aos estudantes uma nova tarefa: encontrar uma expressão matemática capaz de calcular a

### ATENÇÃO PROFESSOR!

Se a unidade escolar possuir uma sala informatizada com computadores que possuam a plataforma Windows (necessária para reproduzir a simulação) recomenda-se que os estudantes interajam com a mesma a partir das seguintes instruções: “Esta simulação permite que vocês variem parâmetros como a velocidade dos corpos, a distância entre eles e a massa dos mesmos. Ao variar estes parâmetros o que vocês notam que ocorre com o vetor Força.” Caso a escola não possua tais tecnologias, o professor poderá projetar a simulação em sala e explorá-la de forma demonstrativa com os estudantes chamando atenção para os parâmetros que a simulação permite explorar e para o que ocorre, com o vetor força, ao variá-los.

força de interação gravitacional entre corpos que possuem grandes massas. Para que isto ocorra o professor deverá utilizar uma simulação computacional<sup>5</sup> (imagem ANEXO I).

## **2º Momento: Discussão e Sistematização.**

**Tempo Previsto:** 25 minutos.

**Dinâmica:** Cabe ao professor solicitar aos estudantes que compartilhem as suas percepções referentes à variação dos parâmetros. O professor deverá retomar a simulação para discutir a dependência existente entre a força, as massas e da distância entre os corpos (sempre testando com todos as hipóteses levantadas pelos estudantes).

Em relação a estas hipóteses, espera-se que os alunos mencionem que o vetor força gravitacional aumentou quando a Terra foi aproximada do Sol e quando as massas foram aumentadas. É possível que eles mencionem que, à medida que as massas foram aumentadas, as distâncias entre os corpos foi diminuindo e a velocidade do que estava em órbita foi aumentando até o momento que houve a colisão.

Após tal discussão, caberá ao professor solicitar que os estudantes o auxiliem a escrever a expressão matemática que permite o cálculo da força gravitacional e portanto, representa a LGU.

Talvez a expressão matemática final não seja encontrada, porém, o objetivo é que os alunos compreendam que a LGU explicita que a Força de interação entre corpos que possuem grandes massas depende do inverso da distância entre estes corpos e do produto de suas massas.

O professor poderá utilizar a simulação computacional no modo grade para mostrar que a relação entre a força gravitacional e a distância é inversamente proporcional.

Nossa experiência nos mostrou que dificilmente os estudantes que não conhecem a Lei da Gravitação Universal chegam na relação  $F_g \propto \frac{M \cdot m}{d^2}$ , contudo facilmente constatarem que  $F_g \propto \frac{M \cdot m}{d}$ . Para auxiliá-los na compreensão do porquê

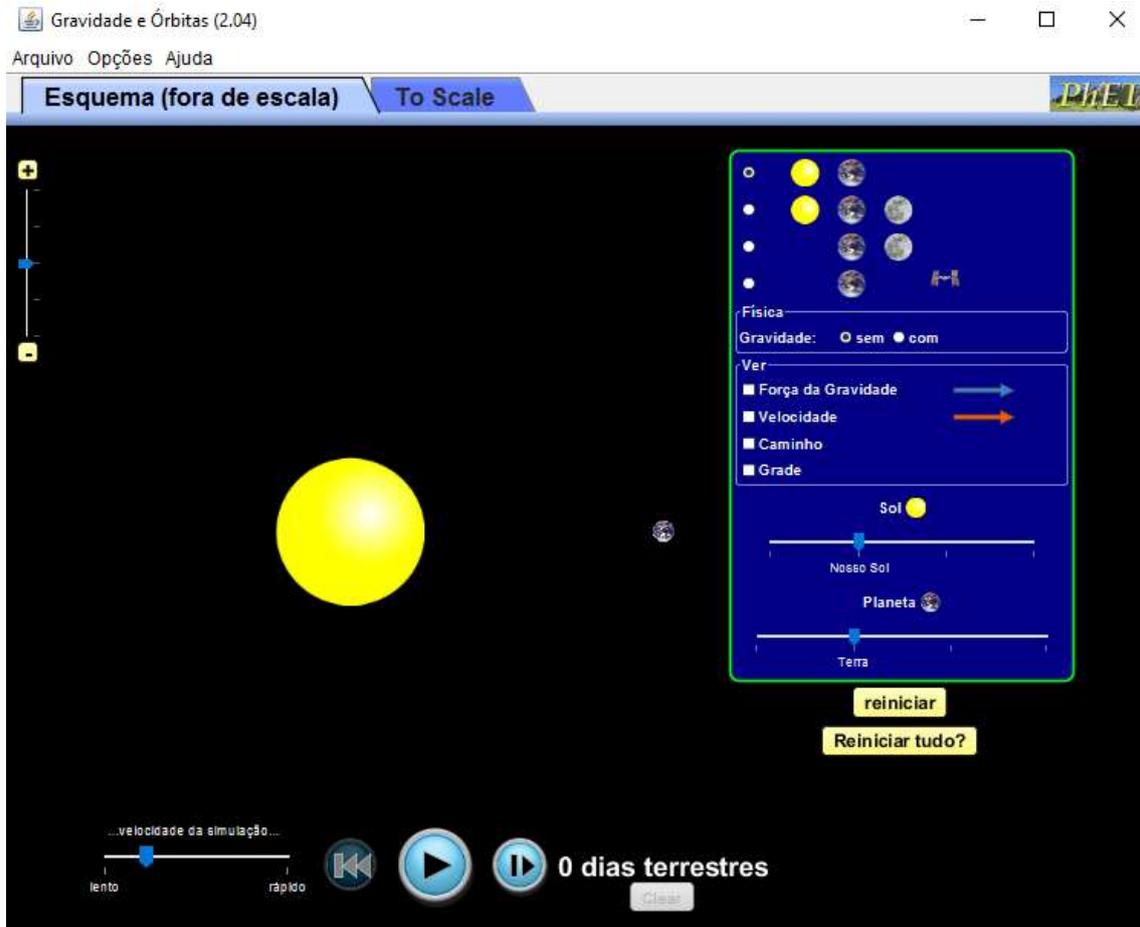
---

<sup>5</sup> Simulação “Gravidade e órbitas”. Disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/legacy/gravity-and-orbits](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/gravity-and-orbits). Acessado em 23/09/2016 as 21:34.

do “quadrado” o professor poderá utilizar a simulação no modo grade e chamar a atenção dos estudantes para o fato de que quando se duplica a distância entre os corpos a força gravitacional entre eles se reduz a  $\frac{1}{4}$  do seu valor anterior.

## Anexos da aula 06

### ANEXO I – Imagem da Simulação Computacional: “Gravidade e Órbitas”.



(Imagem: Simulação “Gravidade e órbitas”. FONTE:

[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/legacy/gravity-and-orbits](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/gravity-and-orbits). Acesso em 25/10/2016 as 16h:05min)

**Objetivo:** Utilizar os conhecimentos construídos até o presente momento para discutir o fenômeno Marés.

**1º Momento: Problematizando o Conteúdo de Marés.**

**Tempo previsto:** 20 minutos.

**Dinâmica:** Neste momento, caberá ao professor apresentar à turma uma notícia publicada na página MAIS CAPRI – JOINVILLE no ano de 2007 (ANEXO I) acompanhada das seguintes QA's, que deverão ser discutidas no grande grupo:

QA5: *O que se observa na imagem?*

QA6: *Como utilizar os conteúdos discutidos até então para explicar isso?*

Essa atividade tem a finalidade de fazer com que os estudantes utilizem os conhecimentos construídos para resolver a situação-problema que pertence ao contexto do seu cotidiano. Possui também o objetivo de auxiliá-los a responder mais algumas questões propostas pela carta: *“Como seria a Terra se ao invés de uma tivéssemos várias Luas? Ou se não tivéssemos nenhuma?”; “Será a Lua a responsável pelo recuo do mar?” “E com relação aos períodos de plantio, caça e pesca ela de fato influencia em alguma coisa?”.*

Durante a discussão é importante que o professor pergunte à turma se eles conseguem associar estas QA's a alguma questão que está na carta, para que, à medida que a sequência de ensino avance, os estudantes percebam que se encontram

### ATENÇÃO PROFESSOR!

Se a sua cidade ou região sofre influências das marés recomendamos que você substitua a notícia que utilizamos por algo da sua região. Para esta situação vale até inventar algo fictício ou pedir aos estudantes que coletem dados sobre a variação da maré em determinada região. Quem sabe até propor que consigam fotos que demonstrem a variação da maré ao longo do dia em algum local que conhecem ou frequentam. Na maioria das cidades onde o fenômeno das marés influencia significativamente existe algum site/organização que disponibilize as tábuas de marés. Organize-se e prepare a atividade relacionando-a com a sua região, os estudantes adoram!

cada vez mais próximos de responder de que forma a Lua influencia nas nossas vidas (situação-problema central).

## **2º Momento: Aplicação da Lei da Gravitação Universal.**

**Tempo previsto:** 25 minutos.

**Dinâmica:** Com a finalidade de proporcionar aos estudantes o confronto das hipóteses levantadas no momento anterior, o professor deverá propor à turma seguinte questão:

QA7: *“Calcule a intensidade da força de atração gravitacional entre a cidade de Joinville e a Lua nos períodos de maré alta e de maré baixa.”*

Antes que os estudantes iniciem a tarefa sugere-se que o professor faça de forma oral as seguintes indagações à turma:

- 1. Antes que eu apresente à vocês algumas ferramentas que poderão auxiliá-los a responder esta questão, eu gostaria de saber se vocês conseguem me dizer quais dados serão necessários para que vocês possam cumprir a tarefa. Espera-se que os estudantes demonstrem necessidade em saber a massa da Terra, da Lua e a distância entre ambos.*
- 2. Vocês acham que a Lei da Gravitação Universal pode nos ajudar a compreender o fenômeno das marés? Como? Pelo fato da maioria dos estudantes durante o estudo diagnóstico terem demonstrado saberem que a Lua é a responsável pelo fenômeno das marés, espera-se que neste momento eles relacionem a força de atração gravitacional exercida pela Lua sobre os mares para explicar este fenômeno.*
- 3. Sabendo de tudo isso e sabendo que a força de atração gravitacional entre dois corpos depende tanto de suas massas quanto da distância entre eles, que considerações vocês podem fazer sobre os valores para a força de atração gravitacional que vocês irão encontrar para estes dois períodos? Diante desta questão o ideal seria que os estudantes argumentassem que na maré baixa a distância entre a Terra e a Lua é maior que na maré alta, por consequência disto, o valor da força de atração gravitacional neste período deverá ser menor se comparado ao período de maré alta.*

Após essa verificação por parte do professor, os estudantes deverão ser conduzidos até a sala de informática onde terão acesso às informações que

permitem que este cálculo seja realizado. O professor deverá fornecer à turma instruções sobre como utilizar uma tábua de marés (ANEXO II), esta apresenta dados referentes à distância da Lua até a Cidade de Joinville nos períodos de maré alta e maré baixa.

Como esta é uma ferramenta nova, possivelmente nunca utilizada pelos estudantes, recomenda-se que o professor projete uma tábua de marés e oriente a turma com relação à extração de dados.

Pelo fato de na região de Joinville existem muitas famílias que sobrevivem da pesca, foi criado um site (<http://www.tabuademares.com/br/santa-catarina/joinville>) que abriga muitas informações dessa área. Neste site são disponibilizadas várias tábuas de marés para consulta. Após selecionarem o mês que desejam consultar os estudantes deverão analisar quais foram (ou quais serão) os dias em que a maré estava (ou estará) alta e baixa. Estas informações são explicitadas por meio destas imagens:

DIA	☾	☀	MARÉS DE JOINVILLE					COEFICIENTE	ATIVIDADE MÉDIA
			1ª MARÉ	2ª MARÉ	3ª MARÉ	4ª MARÉ			
1 Sáb	☾	☀	3:45 ▲ 1,2 m	10:55 ▼ 0,0 m	16:10 ▲ 1,2 m	23:05 ▼ 0,1 m	89 alto	→ → → →	COEFICIENTE ALTO DE MARÉ
2 Dom	☾	☀	4:20 ▲ 1,3 m	11:25 ▼ 0,1 m	16:40 ▲ 1,2 m	23:30 ▼ 0,1 m	86 alto	→ → → →	
3 Seg	☾	☀	4:55 ▲ 1,3 m	11:45 ▼ 0,2 m	17:05 ▲ 1,2 m	23:45 ▼ 0,2 m	81 alto	→ → → →	
4 Ter	☾	☀	5:25 ▲ 1,2 m	12:05 ▼ 0,3 m	17:35 ▲ 1,2 m	23:55 ▼ 0,2 m	74 alto	→ → → →	
5 Qua	☾	☀	6:00 ▲ 1,2 m	12:05 ▼ 0,4 m	18:10 ▲ 1,1 m	23:55 ▼ 0,3 m	65 médio	→ → → →	
6 Qui	☾	☀	6:45 ▲ 1,1 m	12:05 ▼ 0,5 m	18:55 ▲ 1,0 m		55 médio	→ → → →	
7 Sex	☾	☀	0:05 ▼ 0,4 m 15:25 ▼ 0,5 m	7:50 ▲ 1,0 m 20:00 ▲ 0,9 m	12:15 ▼ 0,6 m	13:25 ▲ 0,7 m	46 baixo	→ → → →	COEFICIENTE BAIXO DE MARÉ

FONTE: <http://www.tabuademares.com/br/santa-catarina/joinville>. Acessado em 25/10/2016 às 16h:54min.

Ao clicarem sobre estes dias os estudantes serão redirecionados para uma nova página que no seu final traz informações referentes à distância Terra-Lua naquele dia.

Esta atividade além de propor a aplicação do conhecimento discutido até então, em um novo contexto que faz parte do cotidiano, possui o objetivo de estimular os estudantes a desenvolverem a habilidade de extrair informações de tabelas presentes em *sites* e outros veículos de informação.

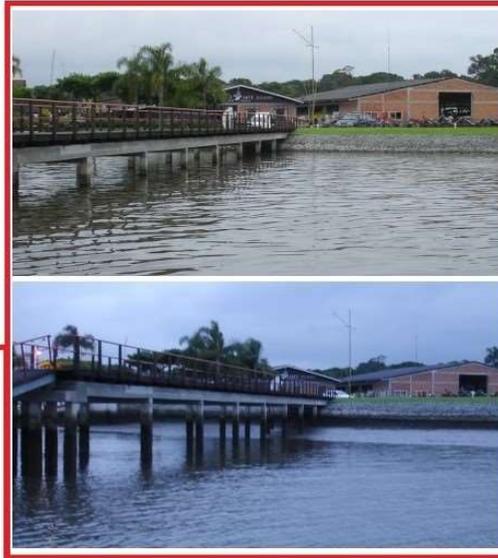
## Anexos da aula 07

### ANEXO I – Notícia Referente à Maré na Cidade de Joinville.

[www.popa.com.br/diarios/planeta-agua/capri-joinville/mais-capri.htm](http://www.popa.com.br/diarios/planeta-agua/capri-joinville/mais-capri.htm)

#### JOINVILLE DOS PRÍNCIPES

Em 1851, o navio Colon passou em frente à povoação de São Francisco do Sul e seguiu adiante. Cruzou a Lagoa de Saguçu e subiu o Rio Cachoeira. A bordo, uma gente loira, de olhos azuis. Eram alemães, suíços e noruegueses que vinham para iniciar os trabalhos na Colônia Dona Francisca, um núcleo agrícola e industrial. Um ano depois, a cidade passou a denominar-se Joinville.



#### VARIAÇÃO DA MARÉ

Algo normal, à medida que se navega para o N de nossa costa, aqui no JIC fica bem clara esta variação que chega a 1,8 metros, ao observarmos os pilares dos piers, (veja fotos), a foto com a maré cheia foi clicada as 13:00h, e a foto da maré baixa as 19:00h.

(FONTE: <http://www.popa.com.br/diarios/planeta-agua/capri-joinville/mais-capri.htm>. Acessado em 25/09/2016 as 10h:01min).

### ANEXO II – Tábua de Marés.

DIA	☾	☀	MARÉS DE JOINVILLE				COEFICIENTE	ATIVIDADE MÉDIA
			1ª MARÉ	2ª MARÉ	3ª MARÉ	4ª MARÉ		
1 Qui	☀	☀	3:30 ▲ 1,2 m	10:50 ▼ -0,1 m	16:15 ▲ 1,2 m	23:05 ▼ 0,2 m	91 muito alto	→→→
2 Sex	☾	☀	4:10 ▲ 1,3 m	11:20 ▼ 0,0 m	16:45 ▲ 1,2 m	23:30 ▼ 0,2 m	90 muito alto	→→→
3 Sáb	☾	☀	4:45 ▲ 1,3 m	11:45 ▼ 0,0 m	17:10 ▲ 1,2 m	23:55 ▼ 0,2 m	86 alto	→→→
4 Dom	☾	☀	5:15 ▲ 1,3 m	12:10 ▼ 0,2 m	17:35 ▲ 1,2 m		80 alto	→→→
5 Seg	☾	☀	0:10 ▼ 0,3 m	5:45 ▲ 1,2 m	12:30 ▼ 0,3 m	18:05 ▲ 1,1 m	72 alto	→→→
6 Ter	☾	☀	0:15 ▼ 0,3 m	6:20 ▲ 1,2 m	12:35 ▼ 0,4 m	18:40 ▲ 1,1 m	62 médio	→→→
7 Qua	☾	☀	0:10 ▼ 0,4 m 14:40 ▼ 0,5 m	7:10 ▲ 1,1 m 19:35 ▲ 1,0 m	12:20 ▼ 0,5 m	13:25 ▲ 0,6 m	52 médio	→→→
8 Qui	☾	☀	0:25 ▼ 0,4 m 12:35 ▼ 0,5 m	1:50 ▲ 0,5 m 13:30 ▲ 0,6 m	2:45 ▼ 0,4 m 15:35 ▼ 0,5 m	8:15 ▲ 1,0 m 20:30 ▲ 0,9 m	44 baixo	→→→
9 Sex	☾	☀	1:05 ▼ 0,5 m 18:00 ▼ 0,5 m	1:30 ▲ 0,6 m 21:25 ▲ 0,9 m	3:45 ▼ 0,5 m	9:10 ▲ 0,9 m	37 baixo	→→→

(FONTE: <http://www.tabuademares.com/br/santa-catarina/joinville> . Acessado em: 25/09/2016 as 10h:39min)

## Aula 08: As Fases da Lua Influenciam nas Marés?

**Objetivo:** Utilizar as QA's 05, 06 e 07 propostas na Aula 07 para discutir e sistematizar o fenômeno Marés.

### **1º Momento: Discussão e Sistematização da QA7.**

**Tempo previsto:** 20 minutos.

**Dinâmica:** Neste estágio, cabe ao professor retomar as QA's 05, 06 e 07, para associar todos os conceitos discutidos nas aulas anteriores com a situação-problema que faz parte do cotidiano dos estudantes.

Este é um momento extremamente importante, em que os estudantes deverão ser estimulados a explicar suas considerações acerca das marés por meio da Lei da Gravitação Universal. Por este motivo o professor deverá discutir formalmente as QA's 05 e 06 e sistematizar na lousa a QA7.

Para realizar o cálculo deve-se utilizar a tábua de marés e escolher dois dias (um de maré predominante baixa e outro de maré predominante alta) em cada um destes dias deve-se verificar a distância Joinville-Lua. Conhecendo-se a massa da Terra, da Lua e o valor da Constante de Gravitação Universal pode-se calcular para os dois dias a intensidade da força de atração gravitacional entre a Lua e a Cidade de Joinville.

É importante que o professor chame a atenção dos estudantes para o fato de que: em dias em que a distância Joinville-Lua é menor, a força de atração gravitacional é maior e, por consequência, ocorre a maré alta na cidade; em dias em que a distância Joinville-Lua é maior, a força de atração gravitacional é menor e, portanto, ocorre a maré baixa na cidade.

### **2º Momento: Discussão referente ao conteúdo de marés.**

**Tempo previsto:** 15 minutos.

**Dinâmica:** Sugere-se que, neste momento, o professor faça uso de uma animação interativa (imagem ANEXO I) com o objetivo de discutir o efeito de marés provocado pela Lua e facilitar a sistematização.

Ao abordar o conteúdo de marés, é importante que o professor chame a atenção dos estudantes para as influências tanto do Sol quanto da Lua na formação de Marés: *i) quando a Lua está entre a Terra e o Sol ocorre a maré alta, uma vez que as forças de atração gravitacional que a Lua e o Sol fazem sobre o bojo de água se somam; ii) análogo a isso quando a Terra, a Lua e o Sol estão alinhados (sem a lua estar entre a Terra e o Sol) ocorre a maré baixa, uma vez que as forças de atração gravitacional que a Lua e o Sol fazem sobre o bojo de água se subtraem.*

Ao final do momento cabe ao professor retomar algumas questões da carta referentes ao tema em discussão e propô-las aos estudantes: *“Como seria a Terra se ao invés de uma tivéssemos várias Luas? Ou se não tivéssemos nenhuma?”.*

### **3º Momento: Atividade Extraclasse Para Introduzir o Conteúdo de Fases da Lua.**

**Tempo previsto:** 10 minutos

**Dinâmica:** Com a finalidade de introduzir o conteúdo “Fases da Lua” e auxiliar na investigação de alguns mitos que envolvem este fenômeno, o professor deverá solicitar, como atividade extraclasse, que os estudantes respondam em seus cadernos (com base em seus conhecimentos prévios ou então até mesmo em pesquisas na rede que possam sentir a necessidade de realizar) algumas questões e que leiam o texto intitulado “A Lua e os Bebês<sup>6</sup>” (ANEXO II) escrito por Fernando Lang que deverá ser entregue ou disponibilizado pe-

#### **ATENÇÃO PROFESSOR!**

Caso você tenha tempo disponível e sua escola ofereça uma sala informatizada que possibilite os estudantes realizarem pesquisas esse 3º momento sugerido como atividade extraclasse poderá ser realizado em sala. Caso isso seja possível recomendamos que seja disponibilizado um momento para os estudantes, após a pesquisa, compartilharem os dados levantados.

<sup>6</sup> FONTE: [https://www.if.ufrgs.br/~lang/Textos/Lua\\_bebes.pdf](https://www.if.ufrgs.br/~lang/Textos/Lua_bebes.pdf), Acessado em: 31/05/2017.

lo professor.

Para propor a atividade, sugere-se que o professor inicie a sua fala, com base em uma expressão muito utilizada pelos habitantes da cidade de Joinville, da seguinte forma:

- *Vocês já ouviram a expressão: Lua cheia e maré cheia é cheia no Cachoeira?*

- *Será que as diferentes fases da Lua interferem nas marés?*

- *Quais são as fases da Lua que vocês conhecem?*

- *Vocês sabem explicar ao que se deve as variações das fases da Lua (do que isso depende)?*

Como essa expressão é usualmente utilizada por pessoas com mais idade é possível que os estudantes não a conheçam. Se assim for, cabe ao professor reforçar mais uma vez que este é de fato um conteúdo que faz parte do cotidiano da cidade e que quando isso ocorre é comum que expressões sejam criadas.

Este é o momento que o professor poderá lançar um desafio à turma: *Como faremos para descobrir se essa expressão é verdadeira ou se é incorreto associarmos a variação da maré com as fases da Lua?*

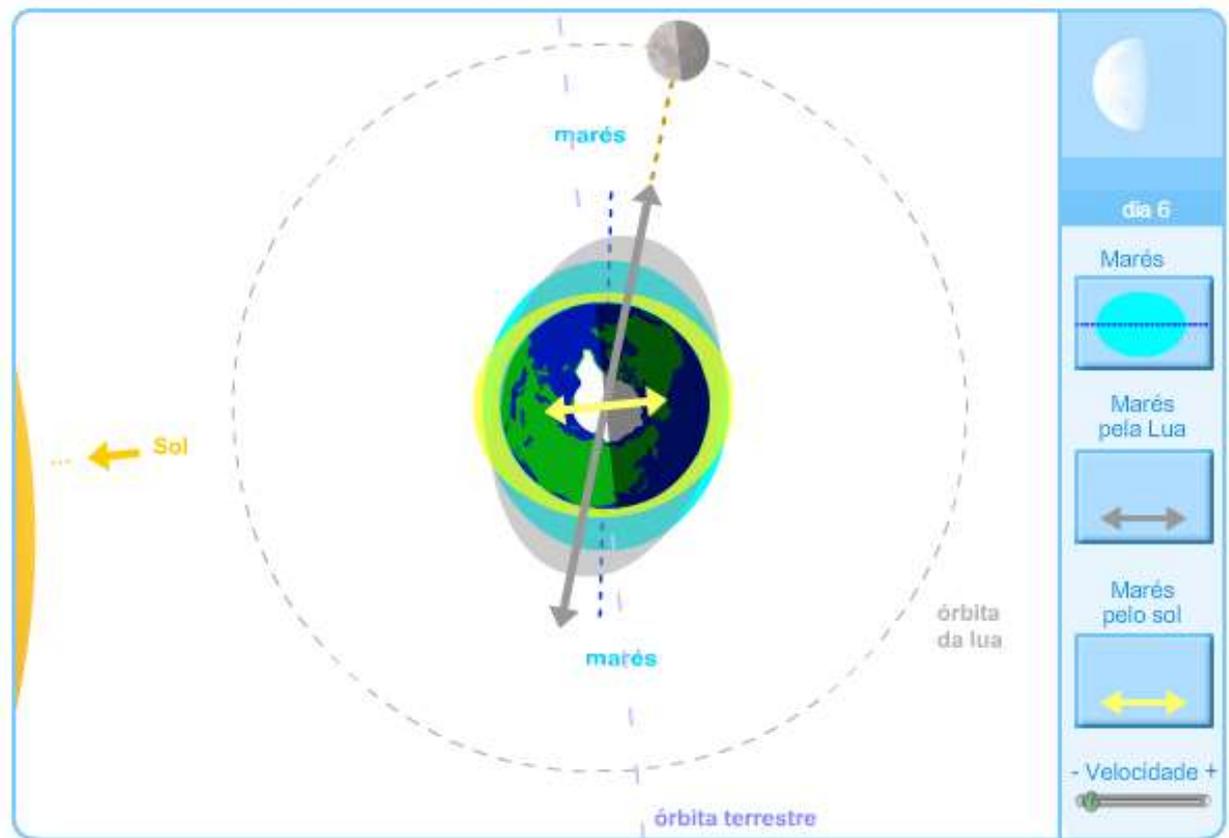
Espera-se que os estudantes mencionem sentir necessidade de compreender como ocorrem as mudanças de fase da Lua, caso isso não ocorra o professor poderá sugerir isto à turma como tarefa extraclasse.

Sendo assim, os estudantes deverão utilizar os seus conhecimentos prévios, livros texto, sites, ou outras fontes para encontrar uma explicação ou para levantar hipóteses que expliquem as mudanças de fase da Lua e como cada uma acontece.

Estas explicações poderão ser no formato de redação, desenho, maquete, etc.

## Anexos da aula 08

ANEXO I – Animação Referente ao Conteúdo de Marés.



FONTE: <http://www.tabuademares.com/mares> . Acessado em 29/05/2016 as 14h:11min.

---

## A Lua e os bebês

---

TRABALHO PUBLICADO EM *Ciência Hoje*, RIO DE JANEIRO, VOL.29,N. 170: P. 47; ABRIL DE 2001

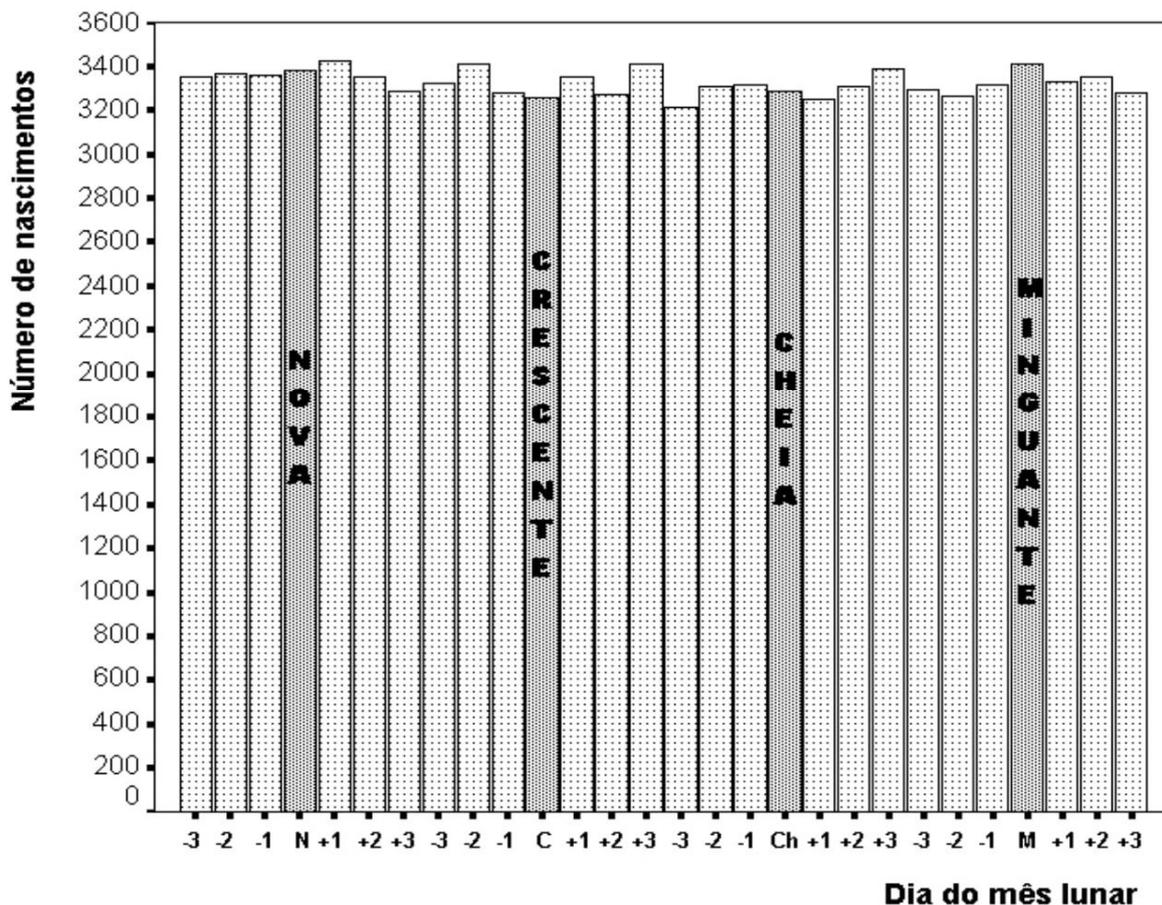
Fernando Lang da Silveira  
IF – UFRGS lang@if.ufrgs.br

São muitas as crenças populares que relacionam as fases da Lua com acontecimentos terrenos. Não poderiam faltar aquelas que se referem ao nascimento de bebês. É comum ouvir-se afirmações tais como: "*Nascem mais bebês nos dias de mudança de fase da Lua!*" ou "*Nascem mais bebês na Lua Cheia!*". Recentemente escutei um programa radiofônico no qual uma astróloga usou o seguinte argumento: "*Se a Lua é capaz de agir nas enormes massas de água dos oceanos, como ela não teria efeito sobre os líquidos no útero da mãe ou sobre os outros fluidos corporais, influenciando no crescimento dos nossos cabelos?*". Sem dúvida, um persuasivo argumento, especialmente para quem desconhece como as marés ocorrem. As pessoas sabem que as marés existem; muitas já as observaram no mar, nunca, porém, em uma bacia ou em um açude.

Desde Isaac Newton (1643 – 1727) sabe-se que as marés são devidas às forças de atração gravitacional da Lua e do Sol sobre a Terra; os efeitos de maré causados pela Lua são um pouco mais do dobro daqueles causados pelo Sol. As marés ocorrem porque o campo gravitacional, que tanto a Lua quanto o Sol exercem sobre pontos diferentes da Terra, é variável em intensidade e orientação. Essa variação se deve ao fato de que o raio da Terra não é desprezível frente às distâncias ao centro de qualquer um dos dois astros. As águas oceânicas, que se estendem por amplas regiões da Terra, acabam sofrendo diferentes atrações gravitacionais pela Lua ou pelo Sol, o que vem a ocasionar as marés. Mas não há efeito de maré em uma região com volume tão pequeno quanto o de uma bacia (ou até mesmo o de um açude), pois distintos pontos dessa região estão equidistantes do astro atrator. Da mesma forma, os líquidos no útero da mãe (ou no bulbo capilar) não sofrem efeitos de maré. Adicionalmente, cabe notar que as maiores marés ocorrem em Lua Cheia e em Lua Nova, quando a Lua e o Sol estão quase alinhados com a Terra e a composição das duas forças de maré resulta ser máxima; na Lua Minguante ou Crescente as marés são menores. Entretanto, as marés acontecem em qualquer dia e não apenas nos dias das fases principais da Lua (que o vulgo denomina dia da *mudança de fase*). Conclui-se então que, se realmente nascessem mais bebês nos dias das quatro fases principais, tal fato não poderia ser atribuído aos efeitos de maré.

A fim de encontrar indícios a favor ou contra a tão difundida crença popular de relação entre nascimentos de crianças e as fases da Lua, utilizei dados dos arquivos sobre candidatos a concursos vestibulares da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. A partir das datas de nascimento dos candidatos, e com auxílio de tabelas de luação fornecidas pelo Observatório Nacional, determinei em que dia do mês lunar cada candidato havia nascido. Um total de 93124 datas de nascimento constituem este estudo; 90% desses candidatos nasceram entre 1967 e 1983. Os restantes 10% nasceram entre 1930 e 1967.

O gráfico de barras representa o número de nascimentos nos dias das fase principais da Lua (Nova, Crescente, Cheia e Minguante), bem como nos três dias anteriores (-3, -2 e -1) e nos três dias posteriores (+1, +2 e +3) a cada mudança.



**Gráfico do número de nascimentos em função do dia do mês lunar.**

Observa-se no gráfico que o número de nascimentos oscila em torno de 3300 por dia. O extremo superior no número de nascimentos ocorre no dia posterior à Lua Nova (3425 nascimentos); o inferior acontece três dias antes da Lua Cheia (3210 nascimentos). Um teste de significância estatística permite concluir que as diferenças no número de nascimentos ao longo do mês lunar estão dentro dos limites atribuíveis ao acaso ( $\chi^2 = 24,93$ ;  $p = 0,579$ ). Ou seja, não há nenhuma evidência nesses dados de que em algum dia do mês lunar nasçam mais ou menos bebês do que em outro, além das flutuações que podem ocorrer por mero acaso.

Dessa forma, o resultado do estudo contradiz a alegação que nos dias das quatro fases principais da Lua aumenta o número de nascimentos. Serão verdadeiras as outras tantas influências atribuídas à Lua pela sabedoria popular?

**Agradecimento:** ao prof. Rolando Axt, pela leitura crítica e valiosas sugestões que permitiram o aprimoramento deste trabalho.

## Aula 09: Fases da Lua

**Objetivo:** Discutir e testar as hipóteses levantadas pelos estudantes acerca do fenômeno: Fases da Lua por meio de uma atividade experimental e sistematizar formalmente este conteúdo por meio de um vídeo.

### **1º Momento: Discussão da Atividade Extraclasse.**

**Tempo previsto:** 15 minutos.

**Dinâmica:** A aula deverá ser iniciada com os estudantes apresentando as hipóteses que levantaram (a partir de suas concepções espontâneas, pesquisas, etc.) para explicar ao que se deve às mudanças na fase da Lua e como explicaram cada fase. Neste momento, o professor deverá questionar aos estudantes também sobre o que acharam da leitura do texto e se este os auxiliou na compreensão de alguns dos mitos abordados na carta.

Com relação às Fases da Lua, o ideal seria que os estudantes mencionassem que o que determina a fase da Lua observada em cada região do planeta é a posição da Lua em relação à Terra e ao Sol.

Caso isso não ocorra, o professor deverá utilizar a atividade experimental proposta no momento seguinte para ilustrar aos estudantes o que de fato ocorre.

### **2º Momento: Atividade Experimental.**

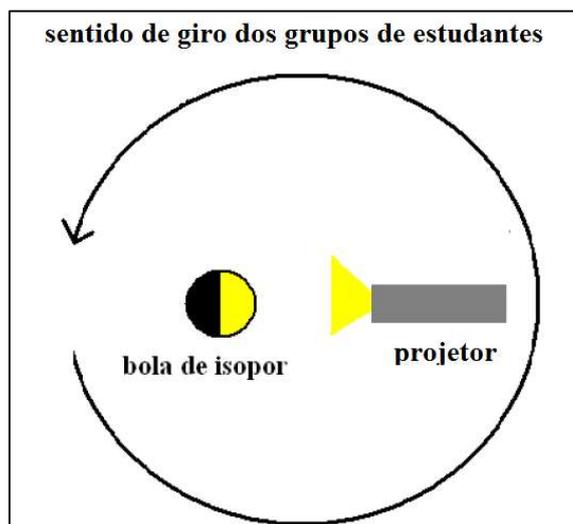
**Tempo previsto:** 15 minutos.

**Dinâmica:** Neste momento, recomenda-se que o professor proponha uma atividade experimental à turma com o objetivo de proporcionar um confronto às hipóteses levantadas durante a atividade extraclasse e discutidas no momento anterior.

Para a atividade serão necessários os seguintes materiais: um projetor de slides (ou lâmpada), uma bola de isopor branca com aproximadamente 15 cm de diâmetro e um suporte para a bola.

A atividade precisará ser realizada em uma sala espaçosa e escura, de modo que a bola de isopor esteja posicionada à altura dos olhos dos estudantes e o projetor fique a 1 metro de distância de uma das paredes da sala.

A partir do momento que o aparato estiver montado, os estudantes deverão ser divididos em quatro grupos que serão posicionados um em cada lado da sala, conforme representa a figura abaixo.



Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Após serem posicionados, cabe ao professor solicitar que cada grupo relate o que observa (como enxergam a iluminação da bola).

Neste momento inicial da atividade experimental não se espera que os estudantes associem que a fonte de Luz representa o Sol, a bola de isopor representa a Lua e que cada grupo representa os pontos cardeais da Terra. Dessa forma, após cada grupo relatar o que vê, o professor deverá questionar se eles conseguem associar o experimento à pesquisa que realizaram. Caso isso não ocorra o professor deverá então explicitar o que cada elemento representa.

Após estes esclarecimentos, recomendamos que o professor solicite aos grupos que caminhem em sentido anti-horário (trocando de lugar uns com os outros) e que façam novamente suas observações a cada troca.

## ATENÇÃO PROFESSOR!

O roteiro completo da atividade experimental realizada foi desenvolvido por um grupo de bolsistas do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) do curso de Física do Instituto Federal do Rio Grande do Sul e pode ser obtido a partir do link:

[http://www.bento.ifrs.edu.br/site/midias/arquivos/2014113023020848fases\\_da\\_lua.pdf](http://www.bento.ifrs.edu.br/site/midias/arquivos/2014113023020848fases_da_lua.pdf)

Caso você tenha tempo disponível para construir com os estudantes um experimento que permite a discussão do fenômeno "Fases da Lua" sugerimos o seguinte roteiro que se encontra no portal do professor, desenvolvido pelo MEC, a partir do seguinte link:

<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000016761.PDF>

Espera-se que, ao final da atividade, os alunos consigam identificar em cada posição distinta as diferentes fases da Lua. Caso isso não ocorra, o professor deverá refazer a atividade acompanhando cada grupo e questionando-os sobre o que observam (chamando sua atenção para as posições da Terra, do Sol e da Lua em cada caso) e auxiliando-os na identificação de qual fase da Lua estão observando.

Ao término da atividade, é importante que o professor explique aos estudantes que foi necessário fazer uma adaptação, pois no experimento quem se movimentava com relação à Lua era a Terra (no caso os estudantes) e na verdade não é isso o que ocorre, mas sim a Lua que se movimenta com relação à Terra.

Outro ponto para o qual deve ser chamada a atenção dos estudantes é que durante o experimento era possível se observar todas as faces da Lua, isso na realidade somente aconteceria se a Lua não rotacionasse em torno do seu próprio eixo. Porém como o período de rotação da Lua é praticamente igual ao da Terra vemos sempre a mesma face.

### **3º Momento: Sistematização do Conteúdo Fases da Lua.**

**Tempo previsto:** 15 minutos.

**Dinâmica:** Para finalizar a discussão será exibido à turma o vídeo denominado “Os movimentos e as fases da Lua<sup>7</sup>” que tem como objetivo sistematizar o conteúdo “Fases da Lua”.

Como o vídeo aborda a mudanças de fases da Lua assumindo o seu movimento com relação à Terra e o da Terra com relação ao Sol, será possível discutir mais uma vez a questão do referencial.

Ao término deste momento, o professor deverá solicitar aos estudantes que corrijam suas pesquisas caso haja necessidade.

---

<sup>7</sup> FONTE: <https://www.youtube.com/watch?v=9wFZUOSg9R4> Acessado em: 16/10/2016 às 19:17.

## Aula 10: Respondendo a Carta-Fictícia

**Objetivo:** Sistematizar e comunicar os conceitos centrais do conteúdo de Gravitação, discutidos ao longo da sequência, por meio das respostas atribuídas às questões presentes na carta e finalmente sistematizar as respostas que contemplam a Situação-Problema Central (SPC).

**1º Momento: Retomada da SPC.**

**Tempo previsto:** 20 minutos.

**Dinâmica:** Sugerimos que, neste momento, as SPA's, bem como a SPC, sejam brevemente retomadas com a finalidade de que os estudantes percebam a evolução do seu conhecimento.

**2º Momento: Respondendo à Carta.**

**Tempo previsto:** 25 minutos.

**Dinâmica:** Recomendamos que o professor solicite aos estudantes que individualmente respondam formalmente, de forma escrita, a carta fictícia que lhes foi entregue no início da SEI.

A redação dos estudantes deverá possuir o formato de carta e responder tanto as SPA's quanto a SPC. Ao término deste momento os registros dos estudantes deverão ser entregues ao professor.

### ATENÇÃO PROFESSOR!

Caso não seja do seu interesse a coleta de dados para avaliar a aprendizagem dos estudantes, ao invés de responderem à carta-fictícia você poderá solicitar aos mesmos que apresentem em formato de seminário as respostas que forneceriam para as questões trazidas pela carta.

## 5. CONSIDERAÇÕES

No início do desenvolvimento do nosso trabalho tivemos o objetivo de elaborar uma proposta que fosse capaz de abordar tópicos de Gravitação de uma forma que despertasse o interesse dos estudantes, auxiliasse os professores em uma abordagem diferente das tradicionalmente utilizadas em sala de aula, e nos permitisse analisar os significados produzidos pelos estudantes ao longo de sua implementação.

Com relação aos objetivos traçados, podemos afirmar que o produto educacional que desenvolvemos se mostrou uma ferramenta viável para o professor em sala de aula, tendo em vista que enquanto aplicávamos a proposta não sentimos a necessidade de recorrer a nenhum outro material de apoio além da SEI.

Observamos também que as atividades propostas com base no EI, adotado como suporte didático-pedagógico, foram bem aceitas pelos estudantes que se mostraram ativos e pré-dispostos durante toda a implementação.

Somos conscientes de que nem sempre é possível abordar em sala de aula os conteúdos de forma investigativa por conta do tempo que esta perspectiva de ensino demanda, sendo assim, nos preocupamos em desenvolver uma proposta que lhe permite, a partir da organização do conteúdo em Situações-Problema de Apoio, recortar e adequar a proposta conforme a sua realidade. Por este motivo é importante mencionarmos o fato de que a SEI que propomos oferece suporte para trabalhar de forma integral ou fracionada os tópicos de Gravitação abordados, sendo estes: a evolução histórica dos modelos planetários, os movimentos planetários, a Lei da Gravitação Universal de forma contextualizada, o fenômeno Marés e as fases da Lua.

Para finalizar, gostaríamos de deixar a disposição um e-mail para contato caso tenha o interesse de trocar ideias sobre a proposta, compartilhar suas experiências conosco ou necessite de mais algum esclarecimento.

e-mail (pesquisadora): [carlafachini.fisica@gmail.com](mailto:carlafachini.fisica@gmail.com)

e-mail (orientadora): [ivani.lawall@udesc.br](mailto:ivani.lawall@udesc.br)

Sucesso em sua implementação!

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, D.P., NOVAK, J. D. e HANESIAN, H. Educational Psychology – A Cognitive View. 2. ed. Nova York: Holt, Rinehart and Winston. 1978. 733 p.

BESSA, Valéria da Hora. Ausubel e a aprendizagem significativa. In: \_\_\_\_\_ (Org.) Teorias da Aprendizagem. 2. ed. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2011. p. 189 –197

BRASIL, BNCC: Base Nacional Comum Curricular. Brasília: Ministério da Educação, 2016. Disponível em: < <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/documentos/bncc-2versao.revista.pdf> >. Acesso em: 12 de jun. de 2016.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. O Ensino de Ciências e a Proposição de Sequências de Ensino Investigativas. In: Anna Maria Pessoa de Carvalho. (Org.). Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013, v. 1, p. 01-15.

MARTINS, Roberto de Andrade. A maçã de Newton: história, lendas e tolices. In: Cibelle Celestino Silva. (Org.). Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo, SP: Editora Livraria da Física, 2006, v. , p. 167-189.

MOREIRA, Marco Antônio. A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. In: \_\_\_\_\_ (Org.). Teorias de Aprendizagem. 2. ed. São Paulo: E.P.U., 2014. p. 159-173.

RICARDO, E. C.; FREIRE, J. C. A.. A Concepção dos Alunos Sobre a Física do Ensino Médio: Um Estudo Exploratório. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 2, p. 251-266, 2007.

SILVEIRA, F. L.. Marés, fases principais da Lua e bebês. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 20, n.1, p. 10-29, 2003

TORRES, C.M.A.; FERRARO, N.G.; SOARES, P. A. de T.; PENTEADO, P.C.M.; Física Ciência e Tecnologia. Vol. 1, 3. ed., São Paulo: Moderna, 2013.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS PARA LEITURA COMPLEMENTAR DO PROFESSOR

HALLIDAY, D. Fundamentos de Física: Mecânica, vol1. 7 ed. LTC, 2006.

MARTINS, Roberto de Andrade. A maçã de Newton: história, lendas e tolices. In: Cibelle Celestino Silva. (Org.). Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo, SP: Editora Livraria da Física, 2006, v. , p. 167-189.

NUSSENZVEIG, H. M. Curso de Física Básica: Mecânica. Vol1. 4 ed. Edgard Blücher, 2002

SILVEIRA, F. L.. Marés, fases principais da Lua e bebês. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 20, n.1, p. 10-29, 2003

TORRES, C.M.A.; FERRARO, N.G.; SOARES, P. A. de T.; PENTEADO, P.C.M.; Física Ciência e Tecnologia. Vol. 1, 3. ed., São Paulo: Moderna, 2013.

TIPLER, P. A. Física. 4 ed., Rio de Janeiro: LTC, 1999.

## APÊNDICE D – ESTUDO DIAGNÓSTICO

<b>EEB PROF. JOÃO MARTINS VERAS</b>	
<b>PROFESSOR(A): CARLA M. FACHINI BAPTISTA</b>	<b>DISCIPLINA: FÍSICA</b>
<b>ESTUDANTE:</b>	
<b>SÉRIE/TURMA:</b>	<b>IDADE:</b>

♪ ♪ EU QUERO SABEEER... ♪

**1. O que você entende por Gravitação?**

**2. De acordo com a charge abaixo, a distribuição dos planetas com relação ao Sol, não é aleatória.**



FONTE: <http://www.umsabadoqualquer.com/wp-content/uploads/2009/10/2741.jpg>, 2017.

**Tendo em vista as órbitas planetárias, como você explica o fato de existirem planetas mais próximos e outros mais distantes do Sol?**

**3. (LIVRO, p.41) "Numa das viradas malucas do Sol, Luiz acompanhou o trajeto dele e de uma estrela que estava a seu lado (...). Engraçado que a estrela deu uma volta no céu quatro minutos mais rápida que o Sol: a estrela girou em 23 horas e 56 minutos enquanto o Sol o fez em 24 horas."**

O trecho citado acima, retirado do livro “O Mago que Veio do Céu”, descreve como Luiz observa o movimento do Sol e da outra estrela.

Frente a isso podemos dizer que é comum utilizarmos expressões como esta: “A estrela deu uma volta no céu” o que condiz com o fato de observarmos que o Sol nasce em um lado do céu e se põe do outro lado, ou seja, durante o dia o vemos atravessando o céu.

A partir disso podemos nos questionar: será mesmo que é a Terra que gira em torno do Sol? Ou será que é o Sol que gira em torno da Terra? Como você explica isso?

4. “Um certo dia, Aninha e seus coleguinhas do jardim estavam ajudando a professora a decorar a sua sala de aula. Desenharam, recortaram e colaram a lua e várias estrelas no teto que a professora havia acabado de pintar de preto.

Não demorou muito para que a colagem começasse a desprender do teto. A criançada adorou e no meio de tanto glitter e purpurina, Melissa indagou a professora:

- O prof. por que a Lua não cai sobre a Terra igual as nossas estrelinhas estão caindo sobre nós?

A professora foi surpreendida pela questão feita por Melissa! Disse à garotinha que essa era uma excelente pergunta e que ela procuraria uma maneira simples para lhe explicar o porquê da Lua não cair sobre a Terra.

Dessa forma no dia seguinte, a professora visitou uma escola e conversou com alguns estudantes que tinham a disciplina de Física em sua grade curricular.”

Caso a professora tivesse lhe encontrado, que explicação você teria fornecido à ela para auxiliá-la a responder a pergunta feita por Melissa?

**5. Ao longo da vida costumamos ouvir as expressões: “Nossa aquele cara é lunático!” ou “Aquela mina vive no mundo da Lua” ou ainda “Meu chefe é de Lua”. As duas primeiras expressões normalmente são utilizadas para caracterizar pessoas que “viajam” em suas ideias durante as discussões. Já a segunda expressão, habitualmente se refere a pessoas que sofrem mudanças constantes de humor.**

**Essas referências à Lua revelam o quão habituados estamos com relação à presença do nosso satélite natural e provavelmente ocorrem porque em algum momento, ao longo da vida, nos encontramos refletindo sobre os mistérios que o cercam e sobre as possíveis influências que ele tem sobre nós.**

**Diante disso:**

**5.1. Qual a importância da Lua para o nosso planeta?**

**5.2. A Lua influencia de alguma forma as nossas vidas? Justifique citando exemplos.**

**5.3. Cecília Meireles inicia seu poema “Lua Adversa” com o seguinte trecho:**

*“Tenho fases, como a lua.  
Fases de andar escondida,  
fases de vir para a rua... (...)”*

**Como você explica o fato da Lua mudar de fase?**

**6. Se você costuma acompanhar o noticiário local, certamente soube do alagamento que ocorreu no mês de setembro em diversas cidades localizadas no litoral de Santa Catarina. De acordo com uma matéria encontrada no portal G1 do site da RBS TV:**

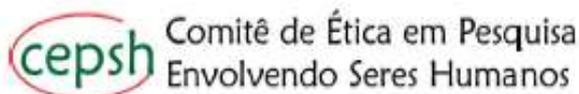
*“Conforme a Central RBS de Meteorologia, em algumas cidades litorâneas foram registradas ondas de dois a três metros. O pico da maré ocorreu entre 13h30 e 14h30. (...) A previsão da Epagri/Ciram é de que a tendência é que a maré baixe e de que por volta das 19h as situações das ruas sejam normalizadas.”*

Matéria publicada no dia 15/09/2016 disponível em: <http://g1.globo.com/sc/santa-catarina/noticia/2016/09/mare-alta-provoca-alagamentos-no-litoral-de-santa-catarina.html> Acessado às 11h:06m do dia 11/10/2016.

**Diante do ocorrido, caso você fosse consultado para explicar ao que se deve a existência e a variação da maré, qual explicação daria?**

## ANEXOS

### ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO ENCAMINHADO AOS ESTUDANTES



#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O seu(ua) filho(a)/dependente está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa de mestrado intitulada “O que Pensam os Estudantes do Ensino Médio Sobre o Estudo de Gravitação e Física Moderna?”, na qual deverá responder a um questionário cujo objetivo é investigar: o interesse dos estudantes pelo estudo dos conteúdos de Gravitação e Física Moderna e qual a familiaridade que os mesmos possuem com estes conteúdos. O questionário online será respondido na Escola de Educação Básica Prof. João Martins Veras durante uma aula de Física. Esta atividade não é obrigatória, ou seja, os estudantes que não forem autorizados a responder não serão prejudicados em nenhuma circunstância.

Os riscos destes procedimentos serão mínimos por envolverem medições não-invasivas.

A identidade de seu(ua) filho(a)/dependente será preservada pois cada indivíduo será identificado por um número.

Os benefícios e vantagens em participar deste estudo serão a contribuição: para o entendimento da importância atribuída pelos estudantes do Ensino Médio ao estudo de Gravitação e Física Moderna e para o desenvolvimento da pesquisa na área de Ensino de Física.

As pessoas que estarão acompanhando os procedimentos serão a pesquisadora, estudante de mestrado e professora da disciplina de Física Carla Maria Fachini Baptista e a assessora da EEB Professor João Martins Veras, Márcia Sobral de Bem.

O(a) senhor(a) poderá retirar o(a) seu(ua) filho(a)/dependente do estudo a qualquer momento, sem qualquer tipo de constrangimento.

Solicitamos a vossa autorização para o uso dos dados do(a) seu(ua) filho(a)/dependente para a produção de artigos técnicos e científicos. A privacidade do(a) seu(ua) filho(a)/dependente será mantida através da não-identificação do nome.

Agradecemos a participação do(a) seu(ua) filho(a)/dependente e a sua colaboração.

NOME DO PESQUISADOR PARA CONTATO: CARLA MARIA FACHINI BAPTISTA

NÚMERO DO TELEFONE DA ESCOLA: (47) 3455-3809

ENDEREÇO: RUA HENRIQUE DIAS, 150.

ASSINATURA DO PESQUISADOR \_\_\_\_\_

#### TERMO DE CONSENTIMENTO

Declaro que fui informado sobre todos os procedimentos da pesquisa e, que recebi de forma clara e objetiva todas as explicações pertinentes ao projeto e, que todos os dados a respeito do meu(minha) filho(a)/dependente serão sigilosos. Eu compreendo que neste estudo, as medições dos experimentos/procedimentos de tratamento serão feitas em meu(minha) filho(a)/dependente, e que fui informado que posso retirar meu(minha) filho(a)/dependente do estudo a qualquer momento.

Nome por extenso \_\_\_\_\_

Assinatura \_\_\_\_\_ Local: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

## ANEXO B – CARTA-CONVITE ENCAMINHADA AOS PROFESSORES VIA E-MAIL

Prezado(a) Professor(a),

Vimos, por meio deste e-mail, lhe convidar a responder um questionário focado em aspectos sobre recursos didáticos, sua prática pedagógica, bem como, sobre visões e percepções relativas ao ensino de determinados tópicos conceituais da Física. Este questionário faz parte de uma pesquisa desenvolvida junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias - PPGECMT/UDESC.

O objetivo geral da pesquisa é realizar um diagnóstico sobre: i) o ensino de Física Moderna e Contemporânea e o ensino da Gravitação no Ensino Médio das escolas de Joinville e região e ii) a utilização de recursos didáticos mediados por computador para o ensino de Física. Este diagnóstico será feito a partir das respostas a um conjunto de questionamentos respondidos pelos professores de física que atuam no Ensino Médio das escolas de Joinville e Região e servirá de base para o (re)direcionamento das investigações de mestrado a serem desenvolvidas pelos pesquisadores participantes. Em nenhum momento serão divulgados os nomes dos participantes (respondentes dos questionários) e todo o material coletado será utilizado apenas com o propósito da pesquisa, ou seja, apenas os pesquisadores terão acesso ao material.

Ao aceitar colaborar, de forma voluntária, você terá duas possibilidades para responder ao questionário:

- 1) De forma online, acessando o questionário pelo link: [https://docs.google.com/forms/d/1V4IJLnhMtjF5EkuCQtP6Zcn9t8ikddwdVfHkm98lo9g/viewform?usp=send\\_form](https://docs.google.com/forms/d/1V4IJLnhMtjF5EkuCQtP6Zcn9t8ikddwdVfHkm98lo9g/viewform?usp=send_form)

Caso não consiga acessar clicando no link, favor copie-o e cole-o na barra de endereços de seu navegador.

- 2) Respondendo ao questionário em editor de texto. Anexado ao presente e-mail segue cópia do questionário.

Neste caso, após finalizar, favor encaminhar o arquivo e o Termo de Consentimento (arquivo em anexo) para os seguintes endereços de e-mail:

[anaa.baumer@gmail.com](mailto:anaa.baumer@gmail.com) ou [luiz.clement@udesc.br](mailto:luiz.clement@udesc.br)

Caso necessitem de maiores explicações, os pesquisadores estarão à disposição para esclarecer as dúvidas, pelo correio eletrônico ou pessoalmente.

Desde já agradecemos sua valiosa colaboração!

Aproveitamos para convidá-lo a cessar a página do PPGECMT ([cct.udesc.br/?id=1636](http://cct.udesc.br/?id=1636)) e caso lhe interessar, participar de futuros processos seletivos para ingresso no Curso de Mestrado.

Atenciosamente,

Prof. Dr. Luiz Clement – DFIS/PPGECMT/UDESC.

Ana Luiza Baumer – Aluna do PPGECMT/UDESC.

Carla Maria Fachini Baptista – Aluna do PPGECMT/UDESC.

Pesquisador participante: George Luis Azevedo – Aluno do PPGECMT/UDESC.

## ANEXO C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO ENCAMINHADO AOS PROFESSORES



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a responder um questionário que faz parte de uma pesquisa desenvolvida junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias - PPGECMT/UDESC. Ao aceitar colaborar, de forma voluntária, por favor, assine ao termo que consta neste documento. Caso for de seu interesse, será lhe fornecido uma cópia deste documento, sendo que a original ficará com os pesquisadores. Em caso de recusa, você não será penalizado(a) de forma alguma. Em caso de dúvida, você poderá esclarecê-las com os pesquisadores relacionados abaixo.

### INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA

**Titulos dos Projetos de Pesquisa:** *Motivação Autônoma e Ensino por Investigação: Relações e Importância para a Construção do Conhecimento em Aulas de Física.*

**Pesquisador Responsável:** Prof. Dr. Luiz Clement – DFIS/PPGECMT/UDESC. Contato: luiz.clement@udesc.br

**Pesquisadora participante:** Ana Luiza Baumer – Aluna do PPGECMT/UDESC. Contato: anaa.baumer@gmail.com

**Pesquisadora participante:** Carla Maria Fachini Baptista – Aluna do PPGECMT/UDESC. Contato: carlafachini.fisica@gmail.com

**Pesquisador participante:** George Luis Azevedo – Aluno do PPGECMT/UDESC. Contato: george@ceconexao.com.br

#### Descrição da pesquisa

O objetivo geral da pesquisa é realizar um diagnóstico sobre: i) o ensino de Física Moderna e Contemporânea e o ensino da Gravitação no Ensino Médio das escolas de Joinville e região e ii) a utilização de recursos didáticos mediados por computador para o ensino de Física. Este diagnóstico será feito a partir das respostas a um conjunto de questionamentos respondidos pelos professores de física que atuam no Ensino Médio das escolas de Joinville e Região e servirá de base para o (re)direcionamento das investigações de mestrado a serem desenvolvidas pelos pesquisadores participantes (acima identificados).

Em nenhum momento serão divulgados os nomes dos participantes (respondentes dos questionários) e todo o material coletado será utilizado apenas com o propósito da pesquisa, ou seja, apenas os pesquisadores terão acesso ao material. Nenhum dos participantes terá gastos financeiros com a pesquisa. Essa pesquisa não oferece nenhum risco de ordem física aos participantes. De toda forma, será garantida a liberdade do participante de se recusar a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa sem penalização ou prejuízo algum. Os resultados do diagnóstico poderão ser publicados mediante artigos científicos e informações constantes nas dissertações dos pesquisadores envolvidos, mas, sempre tomaremos o cuidado para não identificarmos os participantes e as escolas em que atuam.

Caso necessitarem de maiores explicações, os pesquisadores estarão à disposição para esclarecer as dúvidas, pelo correio eletrônico ou pessoalmente.

### CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO

(assinado pelo(a) professor(a))

Eu, \_\_\_\_\_, RG/CPF \_\_\_\_\_, abaixo assinado, concordo em participar da pesquisa *Motivação Autônoma e Ensino por Investigação: Relações e Importância para a Construção do Conhecimento em Aulas de Física*, respondendo ao questionário. Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelo pesquisador/aplicador do questionário e por meio desse termo sobre a pesquisa, o questionário, os procedimentos envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me explicado e garantido a participação voluntária e o sigilo das informações coletadas.

Joinville, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2015.

\_\_\_\_\_  
Assinatura