

Universidade de São Paulo
Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências
Atmosféricas
Departamento de Astronomia

MARÉS NA ESCOLA

Sobre a Interdisciplinaridade de um
Fenômeno Astronômico.

Eduardo Rocha de Souza

Dissertação apresentada no Instituto de Astronomia e Geofísica (IAG) da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Astronomia.

Área de Concentração: Astronomia na educação básica.

Orientador: Prof. Dr. José Ademir de Sales Lima

São Paulo
2017

À minha família, pelo seu amor, estímulo e apoio.

Ao meu pai, Jorge Eurípedes de Souza, por sempre acreditar que a educação seria o bem mais importante na minha vida.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Ademir Sales, pela orientação e por abraçar com paixão o tema das marés, pelas grandes explicações nas aulas de História da Ciência e Ensino de Astronomia, Conceitos Fundamentais em Astronomia Extragaláctica e Cosmologia, os quais ampliaram minha visão como educador. Obrigado por dividir sua grande experiência, pela sua paciência sem limites e por acima de tudo me mostrar que eu posso ir além.

A Prof. A Prof. Rose Clívia Santos pela ajuda nas figuras e tabelas e também por nossa colaboração no artigo em preparação.

Aos educadores da Igreja Adventista do Sétimo Dia que sempre me mostraram que pode existir harmonia entre fé e ciência. Aos meus alunos do estado da EE Amador e Catharina e aos meus alunos da prefeitura da Emef Sparapan, que me motivam a lutar por uma educação pública de qualidade com acesso a quem mais precisa.

A todos os professores do Mestrado em Ensino de Astronomia. Mas em especial a três professores que fizeram a diferença em minha vida acadêmica. A Elysandra Figueredo, por exigir o máximo de mim fazendo que eu superasse todas as dificuldades acadêmicas. Ao Nelson Leister, pelo carinho e por sempre me incentivar no tema marés, Ao Enos Picazzio, pelas aulas mais explicativas e didáticas que tive no MPEA.

A todos os alunos do Mestrado Profissional em Ensino de Astronomia, em especial os seguintes colegas que sempre estiveram dispostos a me ajudar.

Á Ludimila (professorinha) pelo apoio em tudo e ao Fábio pelas aulas de física.

Á Júlio e Clélia, por serem duplas comigo nas apresentações de trabalho.

João Paulo e Kizze, por me ajudarem nos trabalhos da prof. Lys em meio a copa!

Laercio e Eliza, que não sendo da minha turma me ajudaram nas listas do prof. Admir!

Aos funcionários do IAG, por toda a assistência prestada.

A todos os professores da minha vida acadêmica.

Não é pela sua própria energia inerente que a Terra produz suas dádivas, e ano após ano continua seu movimento em redor do Sol. Uma mão invisível guia os planetas em seu giro pelos céus. Uma vida misteriosa invade toda a Natureza - vida que sustenta os inumeráveis mundos através da imensidão”.

Ellen G. White (1827-1915)

RESUMO

A despeito do seu enorme significado e importância para as mais diversas áreas (Astronomia, Física, Oceanografia, Ecologia, Geologia, Geografia, etc.), o estudo das marés não desempenhou até o presente um papel significativo no ensino de ciências na educação básica. Em outras palavras, é um tema que tem sido ordinariamente esquecido. Além disso, em disciplinas como Geografia, Física e Astronomia, que tradicionalmente carregam conteúdos astronômicos, o fenômeno é apresentado de maneira compartimentada e separada das outras áreas do conhecimento.

Nesta dissertação investigamos o fenômeno das marés e seus efeitos em duas linhas distintas, porém complementares. Inicialmente discutiremos as marés e suas conexões partindo de sua própria fenomenologia, ou seja, dos seus efeitos nas distintas áreas do conhecimento, incluindo também sua explicação física e astronômica. Por outro lado, é feito também um estudo interdisciplinar das marés do ponto de vista educacional, culminando com a hipótese de que as marés formam na verdade um fenômeno chave para potencializar o processo de ensino aprendizagem das ciências, por ser um fenômeno subjacente e conectado com várias áreas do conhecimento.

Finalmente, avaliamos também o potencial da fenomenologia das marés em sala de aula, ou seja, enquanto ferramenta didática para o ensino de ciências. Mais precisamente, a problemática da maré foi apresentada para estudantes da 6ª a 9ª série da Escola Municipal de Ensino Fundamental Professor Lorenço Manuel Sparapan (EMEF Sparapan), pertencente a Diretoria Regional do Campo Limpo (SP). Após aplicarmos um questionário aferindo o conhecimento espontâneo, verificamos que um fenômeno científico relativamente complexo tornou-se acessível para estudantes de diferentes séries quando trabalhado através da mediação do professor, com base na abrangência do fenômeno das marés. Nossa conclusão geral é que a fenomenologia e abrangência das marés deveria ser melhor apreciada e aproveitada enquanto ferramenta pedagógica no ensino de ciências (em particular de astronomia) no nível fundamental II.

ABSTRACT

In spite of its enormous significance and importance for the most diverse areas (Astronomy, Physics, Oceanography, Ecology, Geology, Geography, etc.), tidal studies have not yet played a significant role in the teaching of science in basic education. In other words, it is a topic that has been ordinarily forgotten. In addition, even for disciplines such as Geography, Physics and Astronomy, which traditionally carry the astronomical contents, the phenomenon is presented in a compartmentalized way and separated from other areas of knowledge.

In the present dissertation we investigate the tidal phenomenon and its effects in two distinct but complementary lines. Initially, we will discuss the tides and their connections starting from their own phenomenology, that is, of their effects in the different areas of knowledge, including also their physical and astronomical explanation. On the other hand, an interdisciplinary study of tides from the educational point of view is also carried out, culminating with the hypothesis that tides are actually a key phenomenon to enhance the learning process of the sciences, since it is an underlying phenomenon and connected with several areas of knowledge.

Finally, we also evaluated the potential of the tide phenomenology in the classroom, that is, as a didactic tool for teaching science. More specifically, the issue of the tide was presented to students from the 6th to 9th grade of the Municipal School of Elementary Education Professor Lorenço Manuel Sparapan (EMEF Sparapan), belonging to the Regional Board of Campo Limpo (SP). After applying a questionnaire assessing the spontaneous knowledge, we find that a relatively complex scientific phenomenon has become accessible to students of different grades when worked through teacher mediation based on the extended tide phenomenology. Our general conclusion is that the phenomenology and comprehensiveness of the tides should be better appreciated and harnessed as a pedagogical tool in the teaching of science (in particular astronomy) at the fundamental level II.

LISTA DE FIGURAS

- Fig. 1 Nível do mar em avenida na praia de Santos.
- Fig. 2 Quiosques em praia do Guarujá.
- Fig. 3 Maré com ressaca em Santos.
- Fig. 4 Maré invade casas em Vila Velha.
- Fig. 5 Estacionamento alagado em Florianópolis.
- Fig. 6 Maré destruindo barracas em praia no Ceará.
- Fig. 7 Maré de sizígia invade calçadão em São Luis.
- Fig. 8 Alagamentos em Santos e São Vicente.
- Fig. 9 Maré avança em praia de Santa Catarina.
- Fig. 10 Maré avança em praia em Vila Velha.
- Fig. 11 Desenho sobre a posição dos astros durante as marés.
- Fig. 12 Maré baixa encalha barcos em travessia em Salvador.
- Fig. 13 As marés alta e baixa alterando uma paisagem.
- Fig. 14 Explicação das marés alta e baixa num veículo informativo.
- Fig. 15 Força gravitacional entre duas massas pontuais M e m no espaço tridimensional.
- Fig. 16 Forças gravitacionais "diretas" da Lua sobre os diferentes elementos de massa da Terra.
- Fig. 17 Campo de Maré provocado pela Lua sobre a Terra.

- Fig. 18 Efeitos das forças de maré provocada pela Lua sobre a Terra para um tempo fixo.
- Fig. 19 Geometria para o cálculo da força diferencial de maré.
- Fig. 20 I Semana de Astronomia na Escola: Palestra sobre exoplanetas.
- Fig. 21 I Semana de Astronomia na Escola: Abertura do evento.
- Fig. 22 Desenho de um aluno explicando as diferenças entre as marés.

SUMÁRIO

	Introdução Geral.....	1
Capítulo	1 AS MARÉS NA MÍDIA	
	1.1 Introdução	8
	1.2 Maré supera valores históricos em Santos.....	8
	1.3 Maré invade casas em Vila Velha	11
	1.4 Maré alta provoca alagamentos em Florianópolis.....	12
	1.5 Maré destrói barracas em praia do Ceará.....	13
	1.6 Maré de sizígia voltará a acontecer em São Luis	15
	1.7 Maré provocam alagamentos em Santos e São Vicente.....	17
	1.8 Maré alta pode provocar alagamentos em Santa Catarna.....	21
	1.9 Maré de Sizígia causa ressaca em praias de Vila Velha.....	22
	1.10 Marés de sizígia podem atingir a orla de Santos.....	23
	1.11 Maré de sizígia no RJ no dia da queda da ciclovia.....	24
	1.12 Maré baixa prejudica travessia em Salvador.....	26
Capítulo	2 AS MARÉS NO COTIDIANO	
	2.1 Introdução.....	28
	2.2 Como as Marés afetam a vida humana.....	29
	2.3 A importância das Marés oceânicas.....	31
	2.4 A influência da Lua.....	31
	2.5 As Marés como fonte de energia Renovável.....	32
	2.6 Energia com força da maré em Nova York.....	33
	2.7 Como aproveitar para lazer a variação de Marés.....	35
	2.8 País já aproveita a energia das marés.....	37
	2.9 Linha de Maré foi demarcada há 176 anos.....	37
	2.10 As Marés e os fenômenos meteorológicos	39
	2.11 As Marés e os abalos sísmicos.....	40
	2.12 As Marés e as Geleiras da Antártida.....	41
Capítulo	3 AS MARÉS NA GEOGRAFIA	
	3.1 Introdução.....	42
	3.2 A Geografia no Dia a Dia.....	42
	3.3 A Geografia e os estudos costeiros.....	44
	3.4 A Geografia e a Zona Costeira.....	46
	3.5 A Geografia e os fenômenos das Marés.....	47
	3.6 A Geografia e os impactos ambientais.....	49
	3.7 A Geografia e os efeitos climáticos.....	50

Capítulo	4	AS MARÉS NA FÍSICA E ASTRONOMIA:	
	4.1	Introdução.....	53
	4.2	Lei da Gravitação Universal	54
	4.3	Princípio da Superposição	55
	4.4	Forças Diferenciais e as Marés.....	56
	4.5	Forças Diferenciais: Um estudo quantitativo.....	59
	4.6	Maré Lunar e Maré Solar.....	61
	4.7	Limite de Roche.....	62
	4.8	Outros Efeitos das Forças de Maré.....	64
Capítulo	5	MARÉS COMO CONCEITO ESTRUTURANTE:	
	5.1	Introdução.....	66
	5.2	As Marés como um conceito Estruturante.....	67
	5.3	Porque estudar as Marés.....	68
	5.4	O que são os conceitos estruturantes.....	69
	5.5	Trabalhando com os conceitos estruturantes.....	71
	5.6	O Ensino de Astronomia na Escola.....	72
	5.7	Desafios no Ensino de Astronomia.....	74
	5.8	Os conceitos na história da ciência.....	76
	5.9	Os objetivos do conceito estruturante.....	77
Capítulo	6	AS MARÉS NA ESCOLA:	
	6.1	Introdução.....	79
	6.2	Início da Pesquisa.....	79
	6.3	Escolha das Turmas.....	82
	6.4	Objetivos da Pesquisa.....	83
	6.5	Metodologia e Etapas da Realização.....	84
	6.6	A Interdisciplinaridade.....	86
	6.7	Fundamentação Teórica.....	87
	6.8	As Aulas de Geografia.....	88
	6.9	O Ensino das Marés.....	90
	6.10	Aplicação das Atividades.....	91
	6.11	Questão Central.....	93
	6.12	Resultados Obtidos.....	95
Anexos		126

INTRODUÇÃO

Desde a antiguidade, diferentes povos registraram o fenômeno das marés oceânicas, a variação periódica do nível do mar que é diariamente observada em quase todas as partes do mundo. Atualmente, é bem estabelecido que as marés tem uma explicação astronômica. As oscilações do nível do mar são determinadas pelas forças gravitacionais combinadas da Lua e do Sol. Sabe-se também que devido à menor distância relativa, a maré lunar é maior do que a maré solar.

O geógrafo e explorador grego Pytheas de Massalia parece ter sido o primeiro a perceber a relação do fenômeno das marés com as fases da lua. No ano de 330 a.C., Pytheas esteve nas costas das ilhas britânicas e observou atentamente as grandes marés locais. Ele registrou a existência de duas marés diárias e descobriu também que de alguma maneira, as marés eram controladas pela Lua (Ekham 1993).

Posteriormente, em torno de 150 a.C., o astrônomo e filósofo grego Seleuco observou que as duas marés diárias tem amplitudes distintas, dependendo da fase da Lua. Mais de um século depois, o historiador, geógrafo e filósofo grego Estrabão (63-25 a.C.) escreveu no seu monumental tratado de 17 livros, intitulado *Geographika* (Geografia): “...The flux and reflux become greatest about the time of the conjunction [new moon], and then diminish until the half-moon; and, again, they increase until the full moon and then diminish again the waning half-moon”¹.

Tais registros sugerem que há mais de 2.000 anos, algumas características essenciais do fenômeno das marés já haviam sido identificadas pelos gregos, embora não se soubesse como o fenômeno era realmente formado. No entanto, ao longo da história as tentativas de explicação das marés foram sempre cercadas por aquecidos debates e controvérsias. Na verdade, explicações equivocadas, aparentemente sem conhecimento dos registros gregos, foram também feitas por diversos pesquisadores, dentre eles, o astrônomo e geógrafo persa, Zakariya al-Qazwini (1203-1283) e também por Galileu Galilei (1564-1650).

¹ “O fluxo e o refluxo tornam-se maiores no tempo da conjunção [lua nova], e depois diminuem até a meia-lua crescente; e, novamente, eles aumentam até a lua cheia e depois diminuem novamente a meia lua minguante”.

O sábio persa considerou que as marés eram provocadas pela expansão das águas quando aquecidas pelo Sol e pela Lua, enquanto Galileu (1632), na quarta jornada do seu famoso, “Diálogo Sobre os Dois Sistemas do Mundo”, argumentou que as marés eram produzidas pelo efeito combinado da rotação da Terra em torno de seu eixo e do movimento orbital em torno do Sol. Segundo ele, a combinação dos dois movimentos poderia fazer os oceanos oscilarem. Naturalmente, o modelo não explicava a existência de 2 marés diárias (Mariconda 1999).

É interessante que Galileu não levou em consideração a sugestão de Kepler (1571-1630) publicada no livro “Astronomia Nova” (1609). Segundo Ekham (1993), Kepler defendeu que a verdadeira explicação para as marés estava relacionada com as forças atrativas exercidas pela Lua e do Sol; forças que ele acreditava ser de origem magnética (provavelmente inspirado no magnetismo terrestre que havia sido descoberto por Gilbert).

Finalmente, Isaac Newton (1642-1727), propôs as leis da mecânica clássica e sua teoria da gravitação universal. Em seu famoso livro, “Princípios Matemáticos de Filosofia Natural (1687), Newton mostrou que era possível calcular as forças de maré do Sol e da Lua que atuavam sobre a Terra. Com sua teoria Newton decifrou o mistério das marés, explicando suas três propriedades fundamentais: (i) o período, (ii) a dependência da amplitude nas fases da Lua, e (iii) desigualdade diurna (“diurnal inequality”) ou seja, a diferença de altura (ou de nível) entre duas marés altas (ou baixas) sucessivas.

No entanto, ainda hoje podemos afirmar que a despeito da importância do conhecimento das forças de maré na Astronomia, em particular, sobre o movimento da Terra, na escola (e mesmo a nível Universitário), muitos ainda desconhecem esse fenômeno ou tem um conhecimento fragmentado e/ou distorcido de sua natureza (ver, por exemplo, Corrachano et al. 2017).

Por outro lado, estudando com mais detalhe o fenômeno das marés, percebemos que esse é um tema extremamente complexo e interdisciplinar. Por exemplo, novas técnicas baseadas em mecânica dos fluidos e gravitação newtoniana, permitiram o astrônomo francês Edouard Roche (1820-1883) determinar o chamado Limite de Roche. Tal limite permite obter a máxima distância de aproximação entre dois corpos no espaço sem que o mais frágil se rompa; um evento extremo diversas vezes observado em corpos celestes, até mesmo no sistema solar. Em seus trabalhos, Eduard Roche discutiu as marés oceânicas como um caso particular, argumentando que eram apenas uma

manifestação específica do fenômeno das forças de maré que agem entre os corpos extensos. Dessa forma, podemos dizer que as marés constituem um fenômeno astronômico presente não apenas no planeta Terra, mas também em toda a estrutura da Via Láctea, ou mais geralmente no cosmos inteiro. Seu contemporâneo, George Darwin (1845-1912), filho do celebre Charles Darwin, analisou a influência das marés no sistema Terra-Lua. Devido as perdas de energia causada pela fricção das marés, Darwin descobriu que a Lua gradualmente se afastava cada vez mais da Terra. Esse efeito foi comprovado apenas 95 anos depois quando o homem foi a Lua (missão Apollo) e mediu de forma extremamente precisa a distância Terra-Lua. Como resultado do experimento, concluiu-se que distância aumenta 3,8 centímetros por ano.

Por outro lado, embora sendo um fenômeno de natureza astronômica, as marés tem influência e conexões em diferentes campos, como na geografia, geologia, oceanografia e ecologia; afetando também profundamente a própria cultura e mais diretamente a vida cotidiana das pessoas que vivem nas regiões litorâneas. Mais recentemente, cientistas e inovadores de diversas áreas têm aperfeiçoado tecnologias para extrair energia elétricas das forças de marés. Outras descobertas têm atribuído as marés oceânicas o poder de influenciar a atmosfera, os abalos sísmicos e as grandes geleiras das regiões glaciais.

No entanto, a despeito do seu enorme significado e importância para as mais diversas áreas, observamos que as marés ainda não desempenham um papel significativo no ensino de astronomia na educação básica. Nesse trabalho optamos por investigar o fenômeno das marés e seus efeitos em duas linhas distintas porém complementares:

- (i) Inicialmente discutiremos as marés e suas conexões (a partir de sua própria fenomenologia), considerando suas consequências para as distintas áreas do conhecimento. Somente no final desse estudo, apresentaremos a explicação física para esse fenômeno de origem astronômica.
- (ii) Discutiremos também as marés na sala de aula enquanto ferramenta didática para o ensino de Astronomia. Em cada etapa de aplicação dessa pesquisa usou-se como estratégia diferentes abordagens didáticas com diferentes níveis do ensino fundamental II. Verificou-se que um fenômeno científico tornou-se acessível e facilmente compreendido por estudantes de diferentes séries quando trabalhado através da mediação do

professor. Esse parte é resultado de uma pesquisa sobre a própria atuação do autor que passou a refletir sobre a sua prática enquanto docente e pesquisador.

Enquanto na parte (i) discutimos a interdisciplinaridade do tema, na (ii) focamos na sua aplicação em sala de aula, mostrando que um fenômeno astronômico considerado difícil assimilação ou complexo, pode ser aprendido por alunos do ensino fundamental através de mediação do professor ajudando a melhorar os processos de ensino aprendizagem na construção de um conceito científico.

É interessante observar que na relação entre as marés e as fases da Lua, são muitas as crenças populares que relacionam esses dois fenômenos que estão interligados aos acontecimentos terrenos. Neste trabalho inicialmente explicamos a influência desse fenômeno no dia e dia e como ocorrem às marés, utilizando uma explicação que fosse acessível aos alunos de ensino fundamental. Apesar de a Astronomia ser uma das mais antigas ciências e de ter contribuído para o desenvolvimento humano e tecnológico, raramente seus conceitos são ensinados aos jovens em idade escolar e quando são ensinados é sempre de forma fragmentada. A presente pesquisa discute também dois aspectos relacionados com a explicação científica, baseada na Astronomia.

O primeiro aspecto é *se* ela está sendo abordada pelos professores do ensino fundamental e o segundo aborda a maneira *como* ela pode ser ensinada pelos professores. Em nossa pesquisa, observamos que o fenômeno das marés pode e deve ser trabalhado em sala de aula através da mediação do professor e que o ensino de Astronomia e suas correlações com as diversas disciplinas pode melhorar o processo de ensino e aprendizagem na escola.

Nesta dissertação, faremos um estudo interdisciplinar das marés culminando com a hipótese de que as marés formam na verdade um fenômeno chave para potencializar o processo de ensino aprendizagem das ciências. Mais precisamente, a fenomenologia e abrangência das marés deveria ser melhor aproveitado enquanto ferramenta pedagógica no ensino de ciências no nível fundamental II.

Nesse contexto, o presente trabalho está organizado da seguinte forma: No capítulo 1, foi feito um levantamento sobre o tema das marés nas mídias (Internet, redes sociais, etc.) e também nos meios nos meios de comunicação mais tradicionais (TV, Rádio e Jornais). Como veremos, raramente a mídia não especializada consegue abordar toda a complexidade das marés oceânicas e sua importância para o meio

ambiente terrestre. Por exemplo, sabemos que sem as marés não existiriam o mangue, um ecossistema único e singular e com uma grande variedade de formas de vida que depende diariamente da subida e descida do nível do mar nos ambientes costeiros.

No capítulo 2 abordaremos a influência das marés no cotidiano nas mais diferentes áreas. Alguns referem-se as marés como a respiração da Terra. Como veremos, as marés em alguns lugares podem afetar negativamente a vida humana causando mortes e destruições. As marés estão presentes no dia a dia das pessoas, influencia a pesca e a navegação desde os primórdios da civilização. As marés foram observadas por diferentes povos ao longo dos séculos que aprenderam a usá-las em seu favor e são essenciais para a própria sobrevivência de várias comunidades. Pescadores dependem do ciclo das marés para obterem êxito em suas saídas ao mar. As marés se tornaram parte da cultura. Foram inclusive destacadas nas artes e nas músicas. Alguns cantores da atualidade incluíram o tema das marés nas letras de suas músicas.

No capítulo 3, estudamos o impacto das marés na Geografia. Essa disciplina tem como objeto principal de estudo a Terra, cuja análise utiliza diferentes conceitos como paisagem, lugar, espaço, região e território. Dentre as análises que a Geografia faz, a natureza manifesta-se através dos fenômenos naturais como as marés, ocasionando grandes impactos sobre o sistema Terra e seu meio ambiente e, portanto, sobre humanidade.

No capítulo 4, apresentamos a explicação do fenômeno das marés tal como ensinado nos livros textos de astronomia. A força diferencial responsável pela maré é calculada mostrando-se ser inversamente proporcional ao cubo da distância entre os dois corpos que interagem gravitacionalmente. Uma ênfase especial é dedicada para as marés provocadas pela Lua e pelo Sol sobre a Terra. Mostramos também que a idéia de forças de maré vai muito além das marés oceânicas. Na mecânica celeste, o limite de Eduard Roche (1820-1883) refere-se à desintegração de um satélite devido as forças de maré induzidas pelo corpo o qual o satélite orbita. Ou seja, um corpo menor, como um cometa ou meteoro, pode ser quebrado quando passa dentro do limite de Roche.

No capítulo 5, abordamos a problemática do ensino de astronomia na sala de aula. Para tanto, defendemos a ideia de maré como um fenômeno interdisciplinar, organizador de idéias e, portanto, com um viés estruturante do ponto de vista educacional. Os conceitos estruturantes seriam então as ideias centrais que estão intrinsicamente ligados às outras áreas do conhecimento científico e do qual dependem outros conteúdos de uma mesma área. Em contrapartida, disciplinas como Geografia e

Física que tradicionalmente carregam os conteúdos astronômicos tem apresentado esse conhecimento de maneira compartimentada e separada das outras áreas do conhecimento. Acreditamos que alguns conteúdos de Astronomia nos currículos de Física e Geografia parecem metais de naturezas distintas que não apresentam uma ligação forte e coesa.

No capítulo 6, discutimos a importância do ensino de Astronomia na educação básica e aplica-se em sala de aula uma experiência que envolva o ensino de marés de uma forma significativa. A proposta foi realizada na Escola Municipal de Ensino Fundamental Professor Lorengo Manuel Sparapan (EMEF Sparapan), pertencente a Diretoria Regional do Campo Limpo (SP). A escola está localizada na zona sul de São Paulo, no bairro Parque Santo Antônio.

É importante mencionar que tal atividade foi aplicada (por partes) aos alunos do 6º ao 9º ano do ensino fundamental. Inicialmente, fizemos um levantamento de ideias prévias, onde 5 questões foram aplicadas com o objetivo de saber os conceitos espontâneos que os alunos traziam sobre o conhecimento das marés. Depois introduzimos imagens que destacavam o contraste entre a maré alta e a maré baixa, cujo objetivo era trazer questionamentos acerca do fenômeno. Após essa etapa, foi ministrada uma aula sistematizada sobre as marés e como ocorrem. Finalmente, o mesmo questionário foi novamente aplicado com a finalidade de perceber os efeitos da mediação do professor. A ideia básica era saber se os alunos do ensino fundamental seriam capazes de compreender, pelo menos qualitativamente, a fenomenologia das marés. Algumas atividades relacionadas com a experiência em sala de aula estão relatadas nos Apêndices.

CAPÍTULO 1

AS MARÉS NA MÍDIA

1.1 Introdução

Os alunos da atualidade vivem uma realidade complexa, muito diferente de gerações passada. Isso inclui uma diversidade de ideias e exposições a diferentes tipos de mídia. Esse intenso fluxo de informações faz parte do dia a dia dos alunos, exercendo assim uma grande influência na construção de seus conhecimentos, tanto os prévios e nos escolares e no diálogo entre eles que acaba sendo mediado pelos professores. (Resende 2007). Esse capítulo trás uma série de reportagens que demonstram como os alunos são bombardeados por notícias que não retratam a complexidade do fenômeno das marés e que na maioria das vezes só apontam os impactos negativos do fenômeno na sociedade.

1.2 Maré supera valores históricos em Santos

Maré elevada e altas ondas devem atingir a região na tarde deste sábado. Praticagem registrou uma maré de 2,45 metros na Ilha Barnabé nesta sexta.



Fig. 1 Nível do mar subiu e água invadiu avenida da praia em Santos, SP (Foto: Adriana Cutino/G1)

A ressaca combinada com a maré alta, que atingiu e destruiu parte da orla de Santos, no litoral de São Paulo, na tarde desta sexta-feira (28), continuou durante a madrugada provocou também estragos em toda a região. Há uma previsão de maré elevada e ondas com altura significativa entre 3,0 e 3,5 metros na tarde deste sábado (29).

Outras cidades da Baixada Santista e também do Vale do Ribeira foram atingidas pela alta da maré. A força da água do mar e o aumento do volume do nível dos rios causaram alagamentos em vários bairros de Bertioga, Guarujá, São Vicente, Itanhaém e Peruíbe, por exemplo.



Fig. 2 Alguns quiosques da praia foram inundados em Guarujá, SP (Foto: Nelci Gomes Junior/Arquivo Pessoal)

Os marégrafos da Praticagem de Santos registraram uma maré de 2,40 metros na Ilha das Palmas e de 2,45 metros na Ilha Barnabé nesta sexta-feira. De acordo com o Núcleo de Pesquisas Hidrodinâmicas da Unisanta (NPH-Unisanta), esses foram os maiores registros desde que se iniciou a coleta de dados nessas regiões há dois anos.

Em relação às ondas, o sensor da Praticagem registrou ondas com 3,19 metros na região da Ilha das Palmas. Durante a madrugada, o pico das ondas foi de 3,07 metros e na manhã deste sábado, foram registradas ondas de 2,5 metros. De acordo com o NPH, a previsão é de uma maré elevada com mais de 2,0 metros ainda na tarde deste sábado, após às 14h, e ondas com 3,0 metros na entrada do Canal de Navegação do Porto de Santos e superiores a 2,0 metros na Ilha das Palmas. Ainda segundo o NPH, pode ocorrer impactos na região da Zona Noroeste de Santos, em alguns bairros de São Vicente e na região do bairro da Ponta da Praia. Segundo os pesquisadores, para início e madrugada deste domingo (30), a previsão é que haja uma redução do nível da maré e da altura das ondas e, ao longo do dia, o mar já deve estar menos agitado.



Fig. 3 Previsão de ressaca se antecipou para sexta-feira (28) (Foto: Solange Freitas/G1)

A ressaca que estava prevista para o fim de semana se antecipou e já é registrada na tarde desta sexta-feira (28). O fenômeno causou impacto, principalmente na região do bairro Ponta da Praia. A água do mar invadiu a avenida da praia e destruiu as muretas que estavam sendo construídas em virtude da última ressaca que atingiu a Cidade.

A Defesa Civil acionou o plano preventivo, que envolve também agentes de trânsito e guardas municipais, a fim de viabilizar a interdição de vias e atender eventuais ocorrências. De acordo com a Companhia de Engenharia de Tráfego (CET), já foi feito o bloqueio da Avenida Saldanha da Gama até a Avenida Capitão João Salermo, no sentido José Menino-Ponta da Praia. Os agentes da companhia estão monitorando o tráfego no local e fazem o desvio pela Avenida Coronel Joaquim Montenegro. A Prefeitura de Santos distribuiu cerca de mil panfletos em bairros da Zona Noroeste e orla. Além disso, a administração municipal está enviando SMSs com alertas para mais de 44,3 mil moradores previamente cadastrados dessas regiões. Em Peruíbe, a maré subiu na Praia do Centro e no Guaraú, causando também elevação no nível do Rio Preto, que corta vários bairros da cidade.

1.3 Maré invade casas em bairro de Vila Velha



Fig. 4 Maré continua invadindo casas no bairro Dom João, em Vila Velha, e moradores reclamam.

A maré alta continua deixando alagadas as ruas do bairro Dom João Batista, em Vila Velha, Grande Vitória. Os moradores já pediram solução da prefeitura várias vezes, mas o problema ainda não foi resolvido. Nesta terça-feira (25), a Secretaria de Infraestrutura, Projetos e Obras informou que teve uma reunião com lideranças comunitárias do bairro para amenizar situação, mas disse que solução definitiva depende de estudo técnico. A água que alaga as ruas vem do rio Aribiri, que passa pelo bairro Dom João Batista. Para chegar em casa, na volta do trabalho, uma moradora precisa tirar as sandálias e passar pela água. “Todo dia é sempre assim”, disse.

O carpinteiro Alberoni da Silva vive há 30 anos no bairro e não aguenta mais. “É uma água que fede, leva de duas a três horas para abaixar. Enquanto não abaixa, as enfermidades no nosso corpo já estão lançadas”, contou. A maioria dos moradores subiu a calçada em relação ao nível da via para que a água não invada as casas. Em compensação, eles acabam ficando ilhados. “Isso é constante. Esse problema já vem de anos e anos. Várias vezes, a gente pede ao poder público que venha tomar providência, eles enviam nota, dizendo que vão mandar uma equipe e nunca mandam ninguém para solucionar o problema”, disse o desempregado Reginaldo Rosa.

A faxineira Rosilene de Jesus também subiu o nível da entrada da casa, mas, neste mês de abril, a água entrou mesmo assim. “A gente começa a subir as coisas. A minha preocupação são meus dois netos, tenho medo de caírem dentro da água”, falou. No dia 30 de março deste ano, o secretário de Obras de Vila Velha, Luiz Otávio Machado, disse que a prefeitura iria ao

bairro naquela semana melhorar o sistema de drenagem. “Não tem como ter uma solução imediata para resolver aquele problema. O problema maior é que a gente teria que dar uma manutenção menor às redes de esgoto de drenagem e isso a gente vem programando. Já na semana que vem, vamos entrar naquela região com o carro sugador para poder fazer uma manutenção melhor”, disse o secretário, na ocasião. Apesar disso, segundo os moradores, ninguém da Prefeitura de Vila Velha foi solucionar o problema. “Eles vêm, olham, filmam, mas não adianta filmar, porque não fazem nada”, destacou o aposentado Martins Andrizem.

1.4 Maré alta provoca alagamentos em Florianópolis

O fenômeno da maré alta deixou diversos pontos de Florianópolis alagados nesta quinta-feira, 15. Alagamentos foram registrados também em São José, na Grande Florianópolis. De acordo com informações da Epagri/Ciram, essa condição acontece pelo encontro de duas marés: a meteorológica e a astronômica, pelo fato de a lua cheia iniciar na sexta-feira, 16. A situação deve se repetir na manhã desta sexta-feira. Foram registrados alagamentos no Sul da Ilha, na região continental e também na entrada da Ilha, na região do Centro Sul e do Parque Tupã.



Fig. 5 Estacionamento do Centro Sul ficou alagado (Foto: Carmelo Cañas/DeOlhoNaIlha)

1.5 Maré destrói barracas em praia do Ceará

Maré atinge 3,2 metros e destrói barracas na praia do Morro Branco. Fenômeno é causado pela soma da maré alta e das grandes ondas, chamadas de swell. Não houve feridos, mas a Defesa Civil de Beberibe calcula prejuízos materiais dos proprietários das barracas atingidas.

A ressaca do mar atingiu até 3.2 metros no litoral cearense, no último domingo, 16, causando estragos na orla da Praia do Morro Branco, em Beberibe, distante 85 km de Fortaleza. Ninguém ficou ferido, mas os danos materiais ainda estão sendo calculados por proprietários de barracas, segundo a Defesa Civil do município. Os picos de 3,2 metros foram registrados em dois horários, às 4h19min e às 16h46min, na área do Porto do Mucuripe. No sábado, 15, a maré chegou a 3 metros às 3h36min e 3,1 metros no horário de 16h1min. Os dados são da Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil. Comerciantes chegaram a gravar o momento em que uma barraca desabou completamente com a força das ondas, na tarde desse domingo. Valdenira Félix, 56, que possui um quiosque de frutas tropicais na rua principal da praia, conta que o dono do local passou mal e foi levado ao hospital. "Sofremos muito porque o seu Antônio, dono da barraca que caiu, é muito querido. Ele foi pro hospital por causa do coração", disse.

Segundo ela, os proprietários das barracas atingidas pela maré ficaram assustados e temem novos estragos. "Pode acabar com muito sustento de pai de família, gente que passou a vida inteira construindo isso e num segundo acaba. Há muitos anos que a gente não via o mar desse jeito", afirma. O coordenador da Defesa Civil de Beberibe, Alexandre Belém, explica que as barracas atingidas foram construídas em áreas indevidas. "Aquela parte é de maré mesmo, por isso tivemos danos. Vamos nos reunir com barraqueiros da região amanhã (quarta-feira, 18) para documentar os prejuízos. Caso os danos alcancem percentual 8.33% da receita corrente líquida do município, podemos pedir estado de emergência". Essa porcentagem é referente aos prejuízos econômicos privados, pois não foram registrados danos públicos, em vias ou rede elétrica da área - que precisaria ser de 2.77% parao estado de emergência. Alexandre explica ainda que as barracas já haviam sido interditadas pela Semace, e um novo plano para os comércios está em andamento. "As informações dos desastres são coletadas para serem enviadas ao Ministério da Integração", completa. Também na tarde

desse domingo, quando a maré subiu, cinco turistas ficaram presos nas falésias da Praia das Fontes. O grupo, formado por dois homens e duas mulheres, foi resgatado sem gravidade com auxílio de um helicóptero da Coordenadoria Integrada de Operações Aéreas (Ciopaer).



Fig. 6 Picos de 3,2 metros foi registrado de madrugada e de tarde.

A ressaca do mar é a combinação de ondas swell com a maré alta, explica o meteorologista Davi Ferran, da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme). "Esses dois fatores associados podem causar maior destruição. Em luas novas e cheias, as marés são mais amplas por causa da relação com a força gravitacional. Ou seja, a baixa é muito baixa, e a alta muito alta". No terminal Portuário do Pecém, que abrange a praia de mesmo nome, as ondas atingiram 3 metros às 5h08min, e 3,1 metros às 17h26min de domingo, 16. Um vídeo compartilhado nas redes sociais mostra quando moradores tentam resgatar um carro Hilux puxado pelo mar:

1.6 Maré de sizígia voltará a acontecer em São Luís

Fenômeno ocorre quando Sol e Lua estão alinhados em relação à Terra; a atração gravitacional entre esses dois astros se soma, criando marés de grandes amplitudes; maré atingiu nível superior a seis metros na manhã de ontem.

A maré de sizígia registrada ontem destruiu parte do calçamento da área da Praça do Sol, na Ponta d'Areia, derrubou um poste de iluminação pública e quase derruba um poste do sistema de vídeo monitoramento. A barreira de barro que foi levada pela maré era o que separava o mar da Rua São Marcos, via de acesso à Península da Ponta d'Areia, que agora fica com um trecho ameaçado por outras marés desse tipo. Neste ano, o fenômeno ainda deve ser registrado em setembro e outubro. O dia de ontem começou na Ponta d'Areia com uma mancha vermelha no mar. A barreira de barro até o limite do meio-fio da Rua São Marcos foi levada pela água do mar. Junto a ela, foi derrubado o poste iluminação pública e, por muito pouco, o poste do sistema de vídeo monitoramento não foi levado pela água também. A causa foi a maré mais alta registrada no ano, com amplitude de 6,6 metros, pouco antes de 8h. Ainda no começo da manhã, uma equipe da NetSolutions esteve no local com um caminhão muck para resgatar o poste onde está instalada a câmera de vídeo monitoramento da Secretaria de Segurança Pública. A operação foi acompanhada de longe por alguns donos de quiosques de água de coco, que também foram atingidos pela água do mar. A vendedora Maria da Conceição Ferreira foi uma das comerciantes que estiveram no local cedo para verificar se seu quiosque também sofreu estragos. Apesar de a maré ter invadido o pequeno espaço, ela não teve prejuízos. Mas teme que o fenômeno volte a ocorrer nas mesmas proporções e os quiosques da área da Praça do Sol sejam levados pelo mar. "Em 11 anos de trabalho, ainda não tinha passado por isso. Esse foi o pior ano. Estamos com medo de perder nossos quiosques, porque é daqui que a gente tira nosso sustento e não tem quem segure essa água toda", disse.



Fig. 7.1 Quiosque não sofreu estragos, mas ainda há perigo por causa das fumarés (Foto: Biné Morais / O Estado).

Em algumas ruas mais próximas ao mar, a maré provocou alagamentos. Foi o que aconteceu no São Francisco e na própria Península da Ponta d'Areia, na Avenida Nina Rodrigues. O mesmo aconteceu no município de Raposa, na Região Metropolitana de São Luís. O cais da cidade, reformado e urbanizado recentemente, foi tomado pela água do mar. Com o ponto mais alto da maré, a água invadiu alguns pontos da cidade, entrando em residências e estabelecimentos comerciais.

Fenômeno - Segundo o cientista ambiental Márcio Vaz, a maré registrada ontem é conhecida como maré equinocial de sizígia. As marés se devem à atração exercida pela Lua e pelo Sol sobre elas, especialmente da Lua por estar mais próxima da Terra. As marés de sizígia são mais acentuadas porque a Lua e o Sol exercem sua atração em uma mesma linha. Nesta situação, preamar e baixa maré têm uma grande diferença em relação ao nível das águas. "A previsão é que essas marés máximas ainda aconteçam em setembro e outubro", destacou.



Fig. 7.2 Até o meio-fio na Rua São Marcos, na Ponta d'Areia, foi arrancado pela água, que subiu mais de seis metros (Foto: Biné Morais / O Estado)

Ainda de acordo com Márcio Vaz, o Espigão Costeiro da Ponta d'Areia não pode ser considerado motivo para a erosão ocorrida na região. "O espigão evita a erosão, mas os efeitos dele ainda não chegaram àquela região. Em um prazo de 10 a 15 anos, o efeito positivo deve chegar também para essa área. O que deve se adotar são medidas paliativas como o uso de pedras para contenção", disse.

1.7 Maré provocam alagamentos em Santos e São Vicente

A elevação da maré e a ressaca previstas para a madrugada e tarde deste sábado (29) provocaram alagamentos em vários pontos da região. Por volta das 14 horas, como já havia sido alertado pelo Núcleo de Pesquisas Hidrodinâmicas (NPH) da Universidade Santa Cecília (Unisantia), a maré voltou a subir e várias vias da Ponta da Praia, em Santos, ficaram embaixo d'água. Prédios da avenida da praia tiveram a garagem invadida pela maré. A Rua Carlos de Campos também foi tomada pela água do mar.



Fig. 8.1 Garagem de prédio ficou tomada pela água na Ponta da Praia (Foto: Matheus Müller)

Em Santos e São Vicente, vários moradores entraram em contato com a redação de *A Tribuna* para relatar que as ruas onde moram foram tomadas pela água. O canal do Porto de Santos também foi afetado e ficou fechado para navegação das 7h50 às 11h30. A travessia de balsas entre Santos e Guarujá chegou a ficar paralisada por duas horas por conta da agitação da maré. A água do mar invadiu parte da pista José Menino/Ponta da Praia na Avenida Almirante Saldanha da Gama, na altura do Deck do Pescador. A via está interditada desde a tarde de sexta-feira (28), quando o fenômeno teve início. Por volta das 13 horas, como era previsto, a maré voltou a tomar força e invadiu algumas vias da Ponta da Praia. No canal 5, a rua ao lado dos quiosques foi tomada pela água. Vias do Gonzaga e da Zona Noroeste também ficaram cheias.

Um fiscal de limpeza da Terracom, que trabalhou nas últimas quatro ressacas, disse que a situação ocorrida na madrugada deste sábado não foi tão crítica, quando comparada às anteriores. Foram retirados da via lixo, areia e vários objetos arrastados pelo mar. De acordo com o atendente Luis Fernando Pedesco Sanches, de 34 anos, que trabalha no Bar Biruta, localizado na Rua Pindorama, a situação só não foi pior no bar porque, na noite de ontem (28), todos os equipamentos do estabelecimento foram desligados. "Foi muito difícil chegar ao bar hoje, a rua estava alagada. Agora, estamos limpando toda a sujeira ocasionada pela água" No Rádio Clube, na Zona Noroeste de Santos, um morador registrou o alagamento provocado pela maré. Na Rua Vereador

Álvaro Guimarães, de esquina com a Rua Hugo Maia, a situação também ficou crítica. Ônibus tiveram dificuldade para passar.



Fig. 8.2 Avenida Vereador Álvaro Guimarães com Rua Hugo Maia, no bairro Rádio Clube.

De acordo com Edson Jair Rodrigues do Santos, morador do Jockey Clube, em São Vicente, a situação foi bem crítica por volta das 6 horas na Rua Francisco Emílio e redondezas. As ruas estavam completamente alagadas e foi difícil trafegar com veículos e até mesmo a pé pelo local.



Fig.8.3 Em São Vicente, na Rua Francisco Emílio, morador registrou transtorno nesta manhã de sábado.

Marégrafos da Praticagem de Santos registraram uma maré de 2,40m na Ilha das Palmas e de 2,45m na Ilha Barnabé, por volta das 2 horas da madrugada deste sábado. Esses foram os maiores registros desde que se iniciou a coleta de dados nessas regiões em Santos. Em relação às ondas, o sensor da Praticagem registrou ondas com 3,19 metros na região da Ilha das Palmas. Durante a madrugada, o pico das ondas foi de 3,07 metros e na manhã deste sábado, foram registradas ondas de 2,5 metros. Segundo Renan Ribeiro, professor e pesquisador do NPH-Unisanta, a principal diferença entre a ressaca deste fim de semana, quando comparada a de agosto, é a direção das ondas, que agora vêm do Sul. Em agosto, segundo ele, vinham de Sudoeste. “As ondas vindas de Sul atingem principalmente a região do Canal 5 e se espalham por toda a baía. Quando vieram de Sudoeste eram mais direcionadas para a Ponta da Praia”. Outro detalhe: os ventos estarão mais fracos, conforme a previsão do tempo, em torno de 20 nós – o que equivale a em média 37 km/h, considerado um vento médio. Os mais intensos sopram em oceano aberto, já que a intensidade e a altura das ondas no Litoral Paulista têm relação com chegada de um ciclone extratropical que se formou pelo País, anteontem.

“Em agosto o vento intenso chegou junto com a ressaca. Agora, a água está invadindo, mas não sendo empilhada pelo vento como da última vez”, explica o coordenador da Defesa Civil de Santos, Daniel Onias Nossa.

1.8 Maré alta pode provocar alagamentos em SC

A Epagri/Ciram informa que na quinta-feira (27) há risco de alagamentos devido a maré alta nas regiões mais baixas do litoral catarinense. O fenômeno acontece devido à influência da maré viva (maré de sizígia), vento do quadrante sul e ondas altas, "devido a um ciclone extratropical no sul da América do Sul". Recomenda-se especial atenção para os horários e locais que comumente registram este fenômeno: Rod. Diomício Freitas, Centro de Eventos – CentroSul, praias do Sul da Ilha de Santa Catarina, Avenida Atlântica de Balneário Camboriú, Barra Velha, Araranguá, Laguna, Itajaí, Joinville, entre outros. A previsão é de picos da maré na madrugada, às 2h44 e depois à tarde, às 15h10.

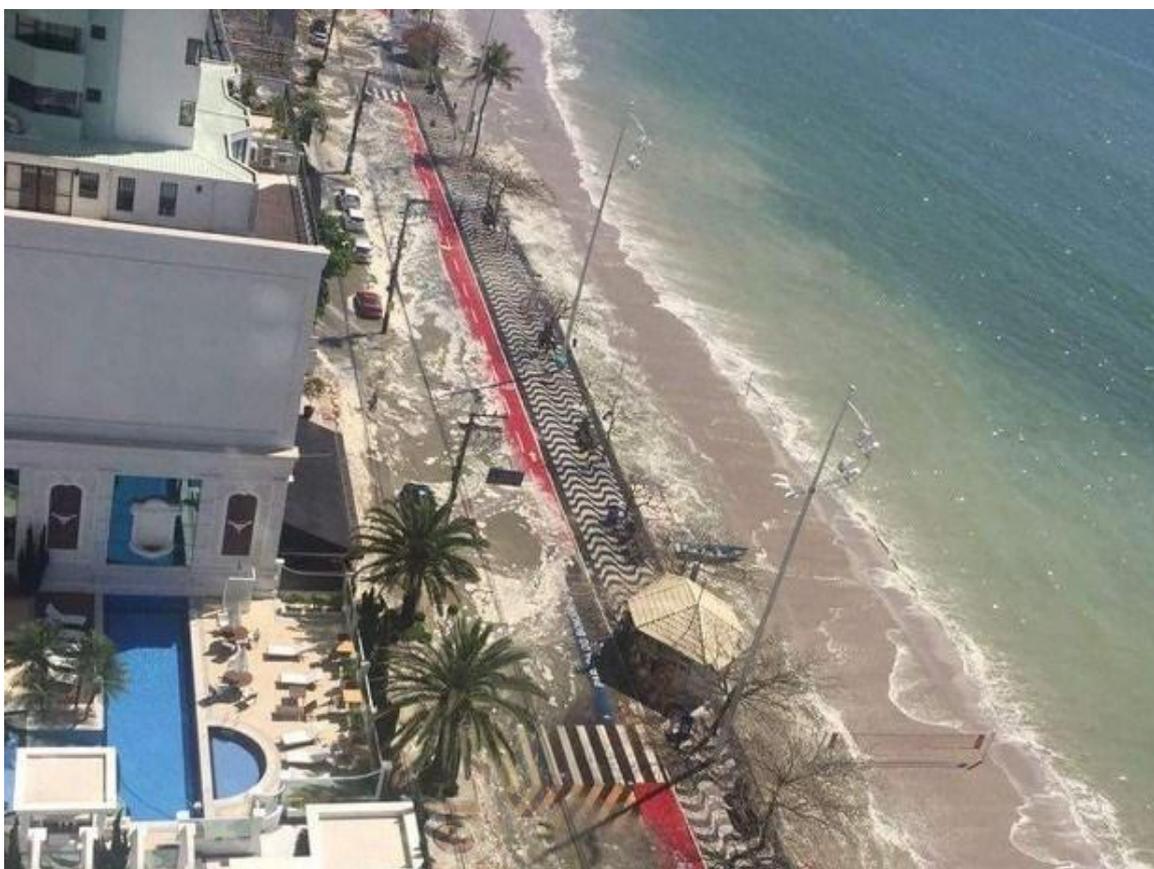


Fig.9 Orla de Balneário Camboriú. Foto: Mary Leal/Divulgação

Na quinta- feira (27/04) há risco de alagamentos devido a maré alta nas regiões mais baixas do litoral catarinense. Este fenômeno é devido à influência da maré viva (maré de sizígia), vento do quadrante sul e ondas altas, devido a um ciclone extratropical no sul da América do Sul. Recomenda-se especial atenção para os horários (Tabela 1) e locais que comumente registram este fenômeno: Rod. Diomício Freitas, Centro de Eventos – CentroSul, praias do Sul da Ilha de Santa Catarina, Avenida Atlântica de Balneário Camboriú, Barra Velha, Araranguá, Laguna, Itajaí, Joinville, entre outros.

1.9 Maré de Sizígia causa ressaca em praias de Vila Velha

Para os próximos dias, a tendência é de que o mar continue agitado, já que o bloqueio atmosférico será rompido por uma frente fria que atingirá todo o litoral capixaba.



Fig. 10 Para os próximos dias, a tendência é de que o mar continue agitado Foto: Divulgação

Uma forte ressaca atingiu a orla de Vila Velha, nesta quinta-feira (21). O fenômeno chamou a atenção dos moradores e turistas que frequentam a Praia da Costa e Itapoã. De acordo com o Climatempo, o fenômeno é conhecido como ‘maré de sizígia’. Ele ocorre quando o sol e a lua estão alinhados em relação à terra. A atração da

gravidade entre os dois astros se somam, o que aumenta a amplitude das marés. Apesar do fenômeno ocorrer durante todos os meses, o fato de estarmos na lua cheia favorece ainda mais a formação das grandes ondas.

Ainda segundo o Climatempo, uma borda de pressão atmosférica sobre o litoral capixaba trouxe uma pista de vento e auxiliou na perturbação do mar. Para os próximos dias, a tendência é de que o mar continue agitado, já que o bloqueio atmosférico será rompido por uma frente fria que atingirá todo o litoral capixaba.

1.10 Marés de sizígia podem atingir a orla de Santos

Ondas podem chegar até a altura de 2,5 metros, por vezes com picos de até 3 metros nas praias do litoral paulista entre esta segunda-feira (26/05/14) e a terça-feira (27/05/14).

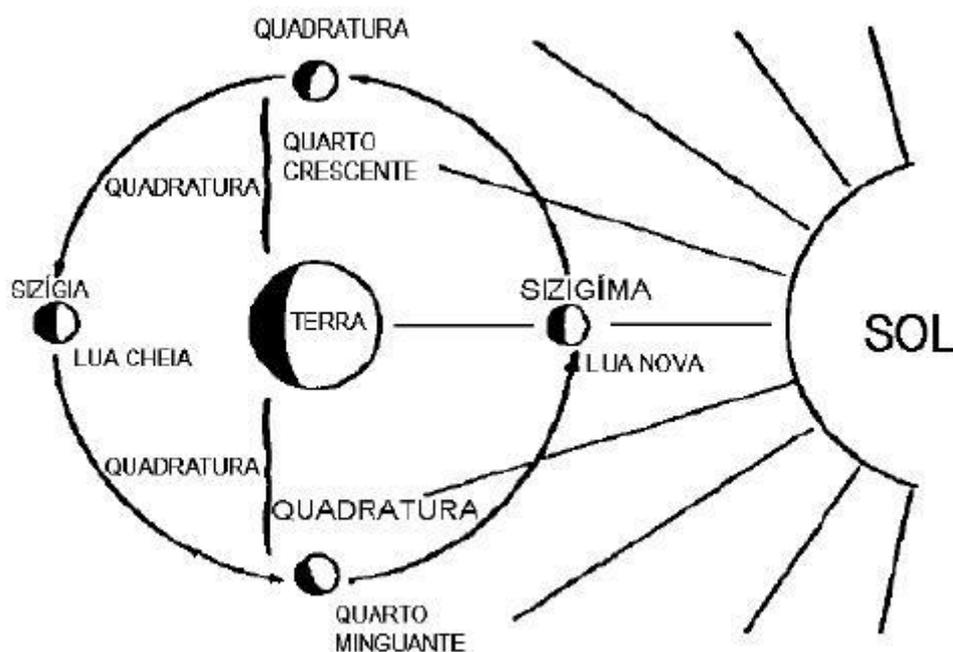


Fig. 11 Explicação sobre as posições do Sol e da Lua nas marés de sizígia e quadratura.

A ressaca se instala na região a partir de um ciclone extratropical com giro muito veloz, cujo centro localiza-se na altura da costa catarinense. Todo cuidado em alto-mar. Logicamente, em alto-mar, as ondas são maiores, portanto, pequenas e médias embarcações, especialmente as de pesca devem estar atentas aos alertas da Previsão Oceânica e dos boletins da Capitania dos Portos. Marés de sizígia são as marés altas

mais altas. Para o efeito potencializador das marés, a sinergia dos ventos sobre o mar do ciclone extratropical mais a ação gravitacional da Lua na fase cheia ou nova, podem favorecer o surgimento dessas marés elevadas.

Como estamos sob situação de agitação marítima provocado pelo ciclone e pelo fato de estarmos chegando próximo da época da Lua na fase nova, a possibilidade de haver marés de sizígia na orla de Santos e São Vicente é relativamente alta. Um alerta especial vai para a região da orla na Ponta da Praia em Santos e para a orla da Praia do Gonzaguinha em São Vicente, locais mais expostos e sensíveis ao fenômeno.

1.11 Maré de sizígia no RJ no dia da queda da ciclovía

Embora a altura anômala das ondas ter sido a responsável pela queda da ciclovía do Rio de Janeiro, os cálculos mostram que no momento do acidente a maré ainda estava em elevação, longe do seu pico, mas potencializada pela presença da Lua cheia.



Gráfico das marés no dia da queda da ciclovía no Rio de Janeiro.

O acidente com a ciclovía ocorreu pouco antes do meio-dia, quando a altura média da maré no Rio de Janeiro era de apenas 82 centímetros. De acordo com cálculos de previsão harmônica, a maré alta só foi atingida às 14h18, com o nível do mar alcançando 1,22 metros. De fato, logo após o acidente podia-se observar ondas de

grande amplitude alcançando as ruas, talvez até maiores que aquela que destruiu a ciclovia. De acordo com a Marinha do Brasil, não havia previsão de ondas de grande altura para aquela área do Rio de Janeiro. De acordo com o órgão, o mar estava mais agitado em decorrência dos chamados "marulhos" ou swell, perturbações fortes na água do oceano causadas pelo vento.

Uma maré é bem semelhante à outra, mas varia em relação à altura. Lentamente, a água sobe durante aproximadamente 6 horas até atingir a maré alta. Em seguida, começa a baixar por outras 6 horas até alcançar a maré baixa. Esse ciclo é infinito, mas a altura da água depende basicamente da posição do Sol e da Lua. Quando ambos estão alinhados em relação à Terra, no caso da Lua Cheia e Lua Nova, a maré se eleva acima do normal. Este tipo de maré é conhecido como "Maré de Sízígia", exatamente o tipo de fenômeno que estava atuando no dia 21 de abril, sob influência da Lua cheia. A maré de Sízígia também é chamada de maré de águas-vivas.

De modo oposto, quando o Sol, Lua e Terra formam um ângulo reto, no caso da Lua crescente ou minguante, a maré resultante se torna mais baixa que a média, sendo então chamada de maré de Quadratura, ou maré de águas-mortas. As marés mais fortes que as habituais são aquelas observadas nos dias ao redor dos equinócios de março e setembro, quando o Sol está mais elevado no céu, o que potencializa os efeitos gravitacionais causados pelo alinhamento com a Lua nova ou cheia.

1.12 - Maré baixa prejudica travessia em Salvador



A linha de catamarã para Morro de São Paulo opera com conexão em Itaparica

Fig. 12 linha de catamarã para o Morro de São Paulo deve ter bom movimento hoje (Foto: Astramab/Divulgação).

A travessia marítima Salvador-Mar Grande suspende o atendimento nesta sexta-feira (2), às 8h e somente será retomada às 11h. A parada é causada pela maré baixa, que desde a última terça-feira vem prejudicando a travessia, que é o principal meio de transporte utilizado pela população da cidade de Vera Cruz no deslocamento para a capital. Até domingo (4) o sistema terá que fazer paradas momentâneas, sempre pela manhã. Com maré baixa, as embarcações ficam impedidas de atracar no terminal de Vera Cruz, cujo canal não dispõe de profundidade (calado) suficiente. Operando desde às 5h, o sistema registrou até às 7h bom fluxo de passageiros e saídas dos terminais de 30 em 30 minutos. A previsão é de que o movimento de embarque para a Ilha seja intenso após a retomada das operações, às 11h. Hoje o último horário saindo de Mar Grande será às 18h30 e de Salvador, às 19h30.

A linha Salvador-Morro de São Paulo opera normalmente e a tendência é que os catamarãs deixem a capital com lotação completa, com muitos turistas que estão em Salvador aproveitando para se deslocar até a Ilha de Tinharé. Hoje os horários oferecidos, saindo de Salvador, são 8h30, 9h, 10h30, 13h e 14h30; saídas de Morro de São Paulo – 9h, 9h30, 13h30 e 15h. A Astramab informa que as passagens para o Morro de São Paulo são vendidas nos guichês das concessionárias no Terminal Náutico e custa R\$ 95,20. A viagem direta entre a capital e o Morro dura 2h20. As escunas do tradicional “Passeio às Ilhas” também operam normalmente. O tour pela Baía de Todos os Santos inclui paradas na Ilha dos Frades e em Itaparica. A passagem custa R\$ 50 e o retorno a Salvador acontece às 17h30.

CAPÍTULO 2

AS MARÉS NO COTIDIANO

2.1 Introdução

Muitas pessoas, principalmente aquelas que viveram no litoral ou que visitaram a praia em mais de uma ocasião, referem-se às marés oceânicas como a "respiração da terra" porque, de certa forma, os movimentos de ida e volta das marés ao longo da costa e em seguida, afundando de volta para o corpo gigante de água se assemelham a um ser humano tendo oxigênio em seus pulmões em respirações profundas. As marés estão presentes no dia a dia das pessoas, influência a pesca e a navegação desde os primórdios da civilização. Mas de onde vem essa força poderosa que movimenta todo o oceano e que tanto contribui para a evolução de muitos seres vivos?

A verdade é que a curiosidade pelas marés tem inclusive influenciado até mesmo os artistas. A cantora adventista Betty Souza relaciona as marés com a passagem do tempo, além disso, a referida cantora descreve as marés como uma força que independente da ação do homem não há como impedir. Já o cantor da jovem MPB Jorge Vercillo destaca a força das marés diante do litoral ao afirmar que as marés “Invadem e transbordam”.

Se Eu Acreditar

Betty Souza

“A vida passa, o tempo é feroz
E a cada dia eu tento ouvir Tua voz
Em minhas preces eu peço direção
Mas muitas vezes eu sigo a minha intuição
Estou cansado de nadar contra a maré
Oh Senhor me ajuda, aumenta a minha fé”.

Que Nem Maré

Jorge Vercillo

“Faz um tempão que eu não dou trégua ao meu coração
É você o meu lugar quando tudo por um fio está
Nada vai me fazer desistir do amor
Nada vai me fazer desistir de voltar todo dia pro seu calor
A saudade bateu, foi que nem maré
Quando vem de repente, de tarde
Invade e transborda esse bem me quer
A saudade é que nem maré”.

2.2 Como as Marés Afetam a Vida Humana

Um efeito muito forte e conhecido das marés sobre as pessoas é o fato de que às vezes pode colocar pessoas ou construções em perigo. Marés de sizígia ou maré alta geralmente são as causas desse perigo. Quando as marés ficam tão altas e fortes podem inundar casas, arruinar cidades e até mesmo ferir seriamente um ser humano ou levar a um afogamento.



Fig. 13 Crédito Para: World's Natural Wonders website

Embora, esta não seja uma ocorrência comum e aconteça esporadicamente, os cuidados devem ser redobrados. Efeitos de uma ressaca combinados com uma tempestade muito forte e uma maré de sizígia podem causar um enorme dano. Uma nova possibilidade do uso das marés para os seres humanos e que ainda está sendo desenvolvida é de se obter energia através das forças das marés. Cientistas ainda estão trabalhando nesse sentido, seria maneira de se obter energia natural e não poluente. O efeito mais comum que as marés têm impacto sobre os seres humanos é o comportamento da vida marinha. Pois muitas espécies de peixes dependem das marés para a sobrevivência, em especial as espécies que vivem mais perto da costa e das praias.

Os seres humanos usam a vida marinha como uma fonte de alimento e têm que usar o movimento das marés para sua vantagem. Pescadores dedicam especial atenção às marés. Pois depende das marés para realizar suas viagens, assim eles sabem

exatamente onde procurar, que tipo de peixe será mais abundante, o momento de lançar a rede e quando devem retornar. Outra possibilidade de como as marés podem afetar os seres humanos é o fato de que se amarrar um barco num cais, tem que se prestar atenção nas marés para que o barco não fique preso na lama por causa de um nível baixo de maré. Isso mostra que somente algumas docas e cais podem ser usados em determinados dias e em determinados momentos.

Pessoas que usam barcos para lazer ou trabalho tem que usar um cronograma para saber quando eles podem usar o barco em uma determinada doca ou cais. A construção de docas pode deve levar em consideração a oscilação do nível das marés. Se uma maré atinge seu limite máximo apenas algumas vezes por ano, não há nenhum ponto para se construir um cais lá, mas se o limite máximo de maré ocorre muitas vezes por ano, ou mesmo muitas vezes por dia, então provavelmente seria necessário construir um cais lá para que os velejadores usem.

2.3 A Importância das Marés Oceânicas

As marés são um dos fenômenos naturais mais conhecidos da humanidade. Uma das consequências mais conhecidas das forças de maré são as marés oceânicas observadas por diferentes povos ao longo dos séculos. A subida e descida diária do nível das águas oceânicas é um fenômeno universal e extremamente visível. As marés, como sabemos, consistem na subida e descida regular das águas do mar, duas vezes por dia, fenômeno bastante visível junto de todas as costas marítimas. A sua importância prática é enorme: nenhum grande navio poderia entrar em determinado porto, se não aproveitasse a subida das águas causadas pela maré.

Na abertura de canais ou no levantamento de represas há a necessidade de considerar a influência que essas obras terão sobre o decurso das marés. O nível máximo de subida dá-se o nome de preamar e ao máximo de descida, baixa-mar. Como esta "respiração" dos mares está na imediata dependência da Lua, acontece que de dia para dia se verifica um atraso de cerca de 50 minutos nos instantes de preamar e baixa-mar. Por outro lado, os níveis correspondentes sofrem uma variação ao longo de cada mês: nas épocas de lua cheia e lua nova, são as marés particularmente fortes (marés

vivas) e são nitidamente mais fracas nas épocas dos quartos crescente ou minguante. As forças responsáveis pelas marés são exatamente conhecidas e podem em princípio ser comprovadas em toda a parte.

2.4 A Influência da Lua

A crença de que a Lua, nas suas diferentes fases, influencia nossa saúde e nosso comportamento é tão antiga quanto a humanidade. Até hoje, num mundo pragmático, dominado pela ciência, existem muitos que acreditam no “poder” da Lua. Algumas pesquisas científicas recentes revelam que nem tudo é ficção no mundo da Lua. Tais hipóteses, no entanto, são fortemente desmentidas pela comunidade científica. Mas é essa mesma ciência está estudando curiosos fenômenos naturais de nascimento e concepção ligados às fases da Lua.

Os corais da Grande Barreira Coralina, no norte da Austrália, por exemplo, começam a se reproduzir em massa nas noites de Lua Cheia, e em modo perfeitamente sincronizado. O que lhes dá esse "ritmo" são fotorreceptores especiais sensíveis aos comprimentos de ondas luminosas emitidos pela Lua. Inúmeros outros animais, sobretudo insetos e batráquios, também preferem as noites de Lua Cheia para seus ritos de sedução e acasalamento. Na verdade, a Lua não produz esse efeito sozinha. Os movimentos de subida e descida do nível do mar – as chamadas marés – também sofrem influência do Sol, dependendo da intensidade da força de atração dele e da Lua sobre o nosso planeta.

O Sol, mesmo estando 390 vezes mais distante da Terra que a Lua, também influi no comportamento das marés – embora a atração solar corresponda a apenas 46% da lunar. Dependendo da posição dos dois astros em relação ao nosso planeta, as marés têm comportamentos diferentes. É aí que entram as fases lunares. Quando a Terra, a Lua e o Sol estão alinhados – ou, como dizem os astrônomos, em oposição ou conjunção -, a atração gravitacional dos dois últimos se soma, ampliando seu efeito na massa marítima. Por outro lado, quando as forças de atração da Lua e do Sol se opõem, quase

Mas esse jogo de forças não é igual em toda parte, porque o contorno da costa e as dimensões do fundo do mar também alteram a dimensão das marés. “Em certas regiões abertas, a água se espalha por uma grande área e sobe só alguns centímetros nas

marés máximas. Em outras, como um braço de mar estreito, o nível pode se elevar vários metros”, diz o oceanógrafo Joseph Harari, da Universidade de São Paulo (USP).

2.5 As Marés Como Fonte de Energia Renovável

A energia obtida pelas marés é uma forma de energia renovável como energia solar, eólica e geotérmica. A energia das marés oceânicas é derivada devido à atração gravitacional do Sol e da Lua. A energia das marés é uma forma de energia resultante da ação gravitacional que pode ser usado para fazer o trabalho ou ser convertido em outras formas de energia como a elétrica. A energia das marés ainda é ainda uma tecnologia restrita e com poucos avanços se comparada com outras formas de energia renovável.

A utilização comercial da energia produzida pelas marés ainda está longe de fazer parte do cotidiano. Como outras formas de energia, o principal uso da energia de marés está na geração de energia elétrica. As marés estão sendo usadas na França para gerar 240 MW de eletricidade a custos muito baixos. Existem outras usinas de marés menores em operação no Canadá, China e Coréia. Existem 40 lugares no mundo onde a diferença entre a maré baixa e alta é grande o suficiente para gerar os níveis comerciais de energia de marés. Vale destacar que a energia gerada a partir das marés é confiável, pois o fenômeno das marés oceânicas é diário e previsível na natureza. A energia obtida pelas marés tem sido usada por centenas de anos em algumas sociedades para o esmagamento mecânico de grãos. O maior e principal uso da energia das marés, como citado anteriormente está na geração de eletricidade e maior parte da pesquisa está sendo feita com esse propósito. A energia elétrica obtida pelas forças de maré é barata e não poluente não poluente na natureza. Além disso, tem vantagens sobre a energia solar e eólica no sentido que é mais previsível na natureza, além de ter maior força. A energia das marés é consideravelmente baixa quando comparada a energia geotérmica. Nesse sentido como fonte de energia renovável as marés passam a ganhar destaque.

2.6 Energia com força da maré em Nova York

Empresa instala equipamentos subaquáticos no East River que mudam de acordo com a corrente. NOVA YORK - O East River não é, tecnicamente, um rio: é um estreito de maré que corre entre Manhattan e Queens. Mas é certo que as suas águas podem mover-se como um rio: a corrente pode atingir uma velocidade máxima de mais de seis metros por segundo, o suficiente transformar sério desafio o nado rio acima. No meio do rio fica a ilha Roosevelt, uma estreita faixa de 150 hectares de terra que serve como base para uma empresa chamada Verdant Power. A empresa vem há uma década trabalhando para criar um novo tipo de fonte de energia verde - com turbinas subaquáticas que se parecem com ventiladores elétricos gigantes. "Eles parecem muito com turbinas de vento, exceto que são menores e ficam embaixo d'água", disse Dean Corren, diretor de tecnologia da Verdant, em entrevista à CBS.

A lâmina de um dos rotores quebrou em 2006, no primeiro dia de funcionamento, por causa da forte corrente. Outros modelos foram produzidos e o sistema foi aperfeiçoado. No ano passado, a companhia testou com sucesso seu mais moderno rotor, composto de fibra de vidro e plástico, com lâminas brancas brilhantes que emergiram intactas após 10 dias funcionando no fundo do rio. Modelos anteriores abasteceram de energia um supermercado e um estacionamento em Roosevelt Island. O novo modelo possui um diâmetro de rotor de 16 metros que gira a 40 rotações por minuto. Quando a corrente está em seu pico, a empresa diz que uma única turbina pode gerar energia suficiente para 20 a 30 casas. Nem sempre isso acontece: o fluxo muda quatro vezes ao dia e em alguns momentos as águas quase não se movem. Energia previsível. Mas a relativa regularidade das marés é um ponto forte da energia da Verdant. "A energia das marés tem a vantagem sobre o vento de ser totalmente previsível", disse Corren à CBS.

A empresa explica que pode garantir qual será exatamente que daqui a dez anos em uma tarde de terça-feira a quantidade de energia que será capaz de fornecer. Isso é muito útil para o planejamento dos sistema elétrico e ajuda a garantir a previsibilidade ao sistema. As turbinas da Verdant mudam conforme a direção da água, para aproveitar a força da maré não importa a direção que o rio esteja fluindo. A empresa recebeu a licença da Federal Energy Regulatory Commission para colocar mais duas turbinas no rio este ano ou no próximo. O plano é ampliar a usina e instalar como cerca de 30

turbinas. A empresa busca uma parceria com a Universidade Cornell para fornecer energia para o campus. A longo prazo, a empresa prevê o colocar turbinas maiores no oceano e vender a energia para a rede da cidade de Nova York.

Ambiente. A empresa gastou milhões de dólares para demonstrar que as turbinas não terão impacto negativo sobre o meio ambiente. As turbinas movem-se lentamente de forma que os peixes possam nadar entre as hélices. As lâminas também não representam grande ameaça para as aves ou outros animais selvagens e em torno do rio. As turbinas ficam suficiente fundo para evitar o risco de pegar um eventual nadador, o que é muito raro. Corren explica que ser atingido por uma das lâminas não seria mortal, mas dificilmente seria uma experiência agradável. Para Corren, que escreveu sua tese sobre mudança climática quando estudante da Universidade de Nova York, há 30 anos época em que pouco se falava sobre o tema - diz que os esforços da Verdant podem ajudar a mudar a forma de geração de energia no futuro.

2.7 Como aproveitar para lazer a variação das marés:

A diminuição do nível da água do mar é oportunidade para levar as crianças à praia. Já surfistas, por exemplo, preferem o mar intenso. Especialistas alertam para riscos que a elevação pode trazer.

As marés baixas proporcionam uma maior extensão da faixa de areia para o lazer. É no fim de semana que muitos fortalezenses visitam as praias do Estado. Além do cuidado com o sol, é nestes dias que os banhistas passam a se preocupar com o movimento das marés. O POVO ouviu pesquisadores e esportistas para entender qual a melhor forma de aproveitar e como funciona esse vai e vem do mar. De acordo com a professora Ozilea Menezes, diretora do Instituto de Ciências do Mar (Labomar), a maré baixa é a ideal para os banhistas porque as águas calmas oferecem menos riscos e proporcionam banhos mais tranquilos. Há ainda aqueles que aproveitam a faixa de areia mais extensa para a prática esportiva ou os que preferem se dedicar ao bronzamento. É também durante o processo de vazante que são formadas as “piscinas naturais” nos recifes e em pontos irregulares da areia.

Variação das marés

O QUE CAUSA

Quem mais influencia a variação das marés são a Lua e o Sol. A gravidade dos astros que atingem a Terra, somada ao movimento que eles estabelecem entre si, cria as variações. Há ainda eventos meteorológicos que podem acalmar ou perturbar o litoral

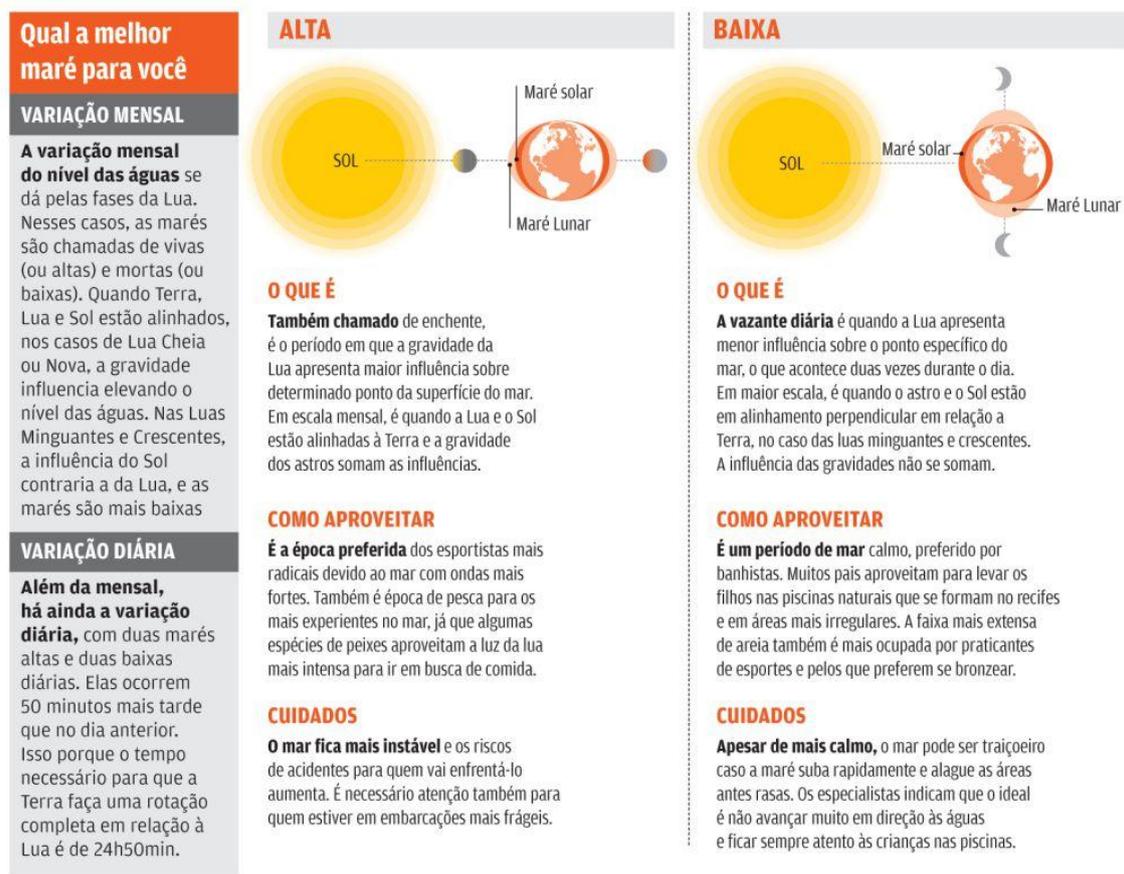


Fig. 14 Explicação das diferenças entre a maré alta e a marés baixa.

Mesmo nesses locais “seguros” é necessário atenção, já que os horários das marés não são constantes. Diariamente, há duas marés altas e duas baixas, mas os horários variam. Normalmente, cada uma ocorre 50 minutos mais tarde que no dia anterior. Os horários exatos são previstos pela Marinha do Brasil e divulgados diariamente na página Radar do O POVO. É com esses dados que surfistas, por exemplo, se orientam para entrar no mar. Para os mais radicais, a maré alta é uma oportunidade para praticar o esporte. Em Fortaleza, as ondas costumam chegar a até três metros de altura, conta o surfista Duda Carneiro. “A maior parte do ano aqui (no litoral de Fortaleza) é maré baixa, por isso vemos muitos veleiros”, explica. Ele, no entanto, fez também das baixas ondas uma oportunidade e criou uma escola de surfe para ensinar os iniciantes no esporte. A mesma habilidade de lidar com o mar é vista nos pescadores,

que também tiram proveito das duas situações. Segundo Nilton de Castro, presidente da Colônia de Pescadores do Iguape, há “peixes que ficam ‘entocados’ e só aparecem nas marés altas, outros acabam ficando mais expostos nas marés baixas”. Ele explica ainda que há variações também pelas fases da Lua, já que algumas espécies de hábitos diurnos aproveitam as luas cheias para buscar alimento durante a noite.

2.8 País já aproveita energia das marés

Foi em 2001, em função do risco do “apagão” de energia elétrica no Brasil, que o professor Segen Estefen, do Laboratório de Tecnologia Submarina (LTS) da Universidade Federal do Rio de Janeiro, começou a trabalhar com energias renováveis do mar. Para aproveitar o potencial das marés, o sistema mais comum é bastante similar ao das usinas hidrelétricas: uma barragem que retém água em uma área influenciada pela maré. Ao ser liberada, a água faz pressão sobre as turbinas que acionam geradores, produzindo energia. Os custos de implantação e manutenção se equivalem aos de uma hidrelétrica, mas é preciso refinado monitoramento, pois essas barragens podem afetar mangues, peixes e bancos de areia. Apesar de o Brasil possuir 8.500 quilômetros de área costeira, só Maranhão, Pará e Amapá têm condições topográficas e variação de altitude de maré apropriadas para esse tipo de projeto. Outra forma de obter energia das marés é por meio de turbinas submersas. Essa instalação se assemelha a do parques eólicos, só que debaixo d’água. Mas, por ter custo elevado, Estefen defende que essa tecnologia seja implantada em situações pontuais, como em regiões isoladas e sem acesso à energia da Amazônia.

2.9 Linha de maré foi demarcada há 176 anos

Estudo recente da USP indica que o nível do mar avançou 10 metros desde então. O ponto oficial da linha da maré foi demarcado no Porto do Rio, em um trabalho feito por funcionários do Observatório Nacional, em 1831. Foi traçado para orientar a cobrança de impostos pela Coroa. "O objetivo era descobrir o ponto em que começaria o

País legal", diz o professor Afrânio Rubens de Mesquita, do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (USP). A demarcação da linha durou até uma reforma do Porto do Rio. O marco desapareceu e, pior, não há registros de quando isso aconteceu. "Os registros históricos do Instituto de Pesquisas Hidroviárias (INPH) só revelam que o ponto da linha da maré desapareceu durante uma reforma. Desde então também passou a ser utilizada como referência a linha da faixa de vegetação nas praias", revela Mesquita. Em setembro de 1946, a União publicou um decreto determinando que os terrenos de marinha estavam incluídos nos seus bens imóveis.

O problema, então, foi definir onde, fisicamente, passaria a linha da maré em cada região do País. Mas ainda restaram algumas referências da linha média de 1831. Uma delas é uma medição feita em Cananéia, no litoral sul paulista. CRÍTICA AO DECRETO O estudo do Instituto Oceanográfico alerta que o legislador de 1946 desconsiderou o conhecimento da ciência acumulado durante o período, principalmente em relação ao fenômenos glaciais e de aquecimento global. "Os funcionários do Observatório Nacional trabalhavam com o nível do mar histórico e constante de 4 mil anos. O decreto de 1946 poderia ter levado em consideração os fenômenos causados pelo homem no período, e não só seguir a linha preamar (média entre as marés alta e baixa) de 1831", critica o professor.

Em um trabalho concluído em 2004, o instituto foi contratado por donos de imóveis da Praia do Pulso, em Ubatuba, no litoral norte, para fazer uma atualização da linha da maré. Apurou que o mar avançou 10 metros em relação ao nível de 1831. Para chegar a esse resultado, técnicos da USP acompanharam o nível médio na Praia do Pulso durante cinco dias, das 6 às 18 horas. A preamar, definida com a ajuda de réguas de medição, foi comparada com a série histórica anual feita na cidade francesa de Brest, no Canal da Mancha, e com a linha média de Cananéia. AVANÇO DO MAR "Nosso estudo levou em conta os novos fenômenos globais. O nível do mar é uma coisa móvel", diz Mesquita. Um dado aceito internacionalmente é o de que o mar tem avançado em média 41 centímetros a cada cem anos. O professor diz que o estudo está disponível para consulta da comunidade. "O objetivo foi fazer as correções adequadas para não prejudicar a preservação das praias e, ao mesmo tempo, fornecer instrumentos para regularizar os imóveis."

2.10 As Marés e os fenômenos Meteorológicos

As variações no nível do mar, conhecidas como marés, estão associadas com os vários fenômenos; o mais comum e previsível é o produto astronômico da força causada pela força gravitacional da lua, e, em menor medida, o sol. Estes fenômenos são previstas com bastante precisão porque eles dependem da posição das estrelas, que podem ser conhecidas com precisão. Por exemplo, poderíamos saber o tempo e a altura da maré alta por um dia em 2000 anos. As marés são mais evidentes nas grandes massas de água: oceanos, mares e lagos. Mas marés também ocorrem na parte sólida da Terra. A Lua tem uma órbita elíptica em torno da Terra, de modo que uma vez por mês é mais próximo (perigeu) e uma vez por mês é mais longe (apogeu).

Quanto mais alinhada a Lua estiver em relação a Terra e ao Sol, maior será a força gravitacional e, como consequência, as marés altas ocorrem. O sistema é complexo, uma vez que o Sol, embora tenha menos efeito, acrescenta também para o resultado final. A distância entre a Terra e o Sol também varia e, portanto, força intensifica os equinócios de março e setembro, quando a Terra está mais próxima do Sol (periélio) e diminui nos solstícios de dezembro e junho, quando eles estão mais longe (afélio). As marés na Terra mostram aumentos substanciais ciclicamente, como resultado dos diferentes níveis e períodos de rotação da Terra, lua e sol. A cada 4-5 anos a lua está mais perto da Terra. Quando isso ocorre em torno dos equinócios, quando a Terra está mais próxima do Sol, as marés mais altas astronômicas ocorrem, cujas diferenças podem atingir até 20 centímetros em relação às marés mais altas médias. Existem também fatores terrestres que produzem variações no nível do mar como: movimentos tectônicos da crosta terrestre, variações da pressão atmosférica, empilhamento ou remoção de água ou de vento que sopra da costa, aquecimento das águas por fenômenos como El Niño e aquecimento global.

2.11 As Marés e os Abalos Sísmicos

A discussão científica sobre a influência da Lua e das marés é antiga. Estudos desde o fim do século XIX analisam se a força gravitacional que causa as marés quando

a Lua e o Sol estão alinhados não teria efeitos também em outros fenômenos da natureza. Uma nova análise, publicada na segunda-feira no periódico *Nature Geoscience*, parece ter trazido as primeiras conclusões do debate. Grandes terremotos, como os que atingiram o Chile em 2010 e o Japão, em 2011, têm maior probabilidade de acontecer durante o período da Lua cheia e da Lua nova, afirma o estudo. Com esse conhecimento, os pesquisadores esperam conseguir prever com maior precisão os grandes tremores. As marés, que são criadas pela interferência gravitacional da Lua e do Sol em nosso planeta, causariam até mesmo uma “tensão” a mais sobre as falhas geológicas do interior da Terra. Durante décadas, os pesquisadores especularam se essas forças poderiam causar abalos na crosta. A hipótese é que, com o aumento do “stress” nas fraturas, pequenos abalos poderiam evoluir até se tornarem grandes rupturas.

Para tentar decifrar a questão, Satoshi Ide, professor da Universidade de Tóquio, no Japão, liderou uma equipe de pesquisadores que examinou grandes tremores de terra – de magnitude 5,5 ou superior – em todo o mundo, durante as duas últimas décadas. O time calculou também a força gravitacional nas duas semanas anteriores a cada tremor. O cruzamento das informações revelou que os maiores terremotos haviam ocorrido muito perto do momento em que as marés estavam mais fortes – ou seja, nos períodos de Lua cheia e Lua nova, quando o Sol, a Lua e a Terra estão alinhados.

Os pesquisadores descobriram que, se um abalo de magnitude de 5,5 começar durante esses períodos é mais provável que cresça para um terremoto de magnitude 8 ou mais. A relação foi vista no terremoto de 26 de dezembro de 2004, em Sumatra, que devastou uma grande faixa da ilha e causou um tsunami na Ásia que matou cerca de 220.000 pessoas; e no tremor de 9,0 graus de magnitude na ilha de Honshu do Japão, em 2011, que deixou cerca de 19.000 mortos e afetou a usina nuclear de Fukushima.

“Essa é uma maneira inovadora de abordar essa questão debatida por tanto tempo. O estudo nos dá algumas pistas sobre a possível relação entre a tensão das marés e a ocorrência de grandes terremotos”, afirmou Honn Kao, cientista do Geological Survey do Canadá, ao site da revista *Nature*. De acordo com os cientistas, há ainda vários outros fatores que influenciam os abalos sísmicos, mas as descobertas poderão ser usadas para melhorar os serviços de previsão dos grandes tremores que atingem o planeta.

2.12 As Marés e as Geleiras da Antártida

Um estudo que será publicado na revista *Nature*, revela que o deslizamento de geleiras na superfície do continente Antártico é mais variável do que se acreditava. O estudo também questiona as previsões de evolução do nível das marés causada pela desagregação das geleiras. Os pesquisadores descobriram, depois de acompanharem por dois meses uma corrente formada a partir de geleiras, a Rutford, que sua velocidade na superfície oscila em 20% a cada duas semanas (13,66 dias), uma variação que seria influenciada pelo ciclo das marés. Estas 'correntes' se formam a partir do derretimento das geleiras da Groenlândia ou da Antártica e correm em direção aos oceanos. Elas parecem ser as responsáveis pelas mudanças no nível dos mares.

As observações realizadas na corrente Rutford, que tem 52 mil km², ou seja, uma superfície superior à da Holanda, e que está situada na parte ocidental do continente antártico, mostram que ela avança, em média, um metro por dia, uma velocidade que pode variar. O principal autor do estudo, Hilmar Gudmundsson, do British Antarctic Survey, manifestou "sua completa surpresa ao descobrir que o ciclo das marés de águas-mortas (as de pequena amplitude, ou seja, quando é pequena a diferença de altura entre a maré alta e maré baixa) exercem influência sobre uma corrente glacial situada a dezenas de quilômetros de distância". "O fato de a massa de gelo responder desta forma à influência das marés do oceano ilustra a sensibilidade da calota polar antártica às mudanças ambientais", destacou. Os estudiosos de geleiras, segundo ele, "devem repensar a reação das massas de gelo às forças externas".

CAPÍTULO 3

AS MARÉS NA GEOGRAFIA

3.1 Introdução

A Geografia tem como objetivo entender as transformações do espaço, por sua vez as marés são um dos agentes transformadores do espaço, mais especialmente as zonas costeiras influenciando assim a vida de milhares de pessoas que vivem no litoral. Mas especificamente o Brasil tem 80% da sua população vivendo nas áreas costeiras, nesse sentido entender a relação da influência sobre o nosso litoral passa ser algo importante para um planejamento estratégico do nosso território.

3.2 A Geografia no dia a dia

A influência da Geografia é algo notável em nosso cotidiano, pois o conhecimento geográfico já se inicia desde a nossa infância, na relação que se faz com o espaço e com as brincadeiras, nas noções de localização no caminho até a escola e essa capacidade permanece até o fim da vida. São as noções geográficas que nos fazem entender o sentido de direção, que nos ajuda a compreender os mapas, além de entender as relações do espaço e tempo. Esse tipo de conhecimento que se adquire a partir da Geografia leva a possibilidade de transformar o meio em que se vive.

Assim a importância do estudo da Geografia está em compreender o mundo que vivemos. Por meio desse estudo pode-se entender melhor o local, o regional e o global, a influência e a relação entre eles. A Geografia tem como objeto principal de estudo a Terra e análise que se faz desse objeto varia de observador e da forma que é analisado, seja utilizando diferentes conceitos como paisagem, lugar, espaço, região e território.

Mas é fundamental entender que cada um desses conceitos é um local que passa por transformações constantes ao longo do tempo, e que essas transformações são decorrentes da influencia da sociedade que frequentemente altera a natureza e tenta “domestica-la” e a natureza que através dos fenômenos naturais ocasiona grandes impactos sobre a humanidade. Porém as modificações que a sociedade humana produz sobre o espaço são cada vez mais intensas que no passado. Tudo que nos rodeia se transforma rapidamente.

Para nos posicionarmos inteligentemente sobre esse mundo, precisamos conhece-los bem. Para nele vivermos de forma consciente e crítica, devemos estudar seus fundamentos, desvendar seus mecanismos e principalmente entender os fenômenos naturais que nos cercam. Ser cidadão pleno em nossa época significa antes de tudo estar integrado criticamente na sociedade, participando ativamente de uma transformação consciente do espaço. Para isso, devemos refletir sobre o nosso mundo, compreendendo o ambiente como algo integrado, desde o âmbito local até os âmbitos global e planetário. Nesse sentido a geografia passa a ser um instrumento indispensável para emprendermos essa reflexão de uma nova postura. Pois através dela, o entendimento da dinâmica do espaço auxilia o planejamento das ações do homem sobre ele. Pois entender toda essa complexa relação entre a sociedade e os fenômenos da natureza é imprescindível para manutenção da vida em sociedade.

Entretanto, conforme destaca Ruy Moreira em seu livro *Pensar e Ser em Geografia*, essa ciência também passou a ser utilizada para desvendar as máscaras sociais, uma vez que ela revela como os sistemas econômicos, políticos, ideológicos e sociais se manifestam sobre as pessoas e sobre o espaço. E são muitas vezes essas populações mais vulneráveis que acabam sofrendo as consequências dos fenômenos da natureza e de suas catástrofes naturais. Temas como a segregação espacial, o processo de favelização, a evolução e espacialização da violência e marginalidade são estudados e explicados em suas raízes pela Geografia, o que pode auxiliar no planejamento social e ambiental de uma forma muito mais eficaz.

3.3 A Geografia e os Estudos Costeiros

A Geografia sempre teve uma forte tradição pelo estudo do litoral Augustinus (1998). O Interesse científico pela costa foi aprofundado pela Geografia, e sempre passou pelas abordagens físicas e sociais da costa e dos mares e oceanos. A Geografia sempre foi uma ciência que buscou estudar as relações entre a sociedade e a natureza. E não seria diferente com o estudo do litoral que constantemente sofre influência dos processos marinhos, bem como das populações litorâneas. Assim a Geografia Física, mas especialmente a Geomorfologia Costeira sempre buscaram entender a morfodinâmica dos mares e oceanos sobre a costa, bem como seus impactos e consequências.

Porém na atualidade, as duas principais áreas da Geografia, a Geografia Física e a Geografia Humana, vêm tentando combinar seus conhecimentos visando um conhecimento da costa que seja integrando, para de alguma forma minimizar os impactos catastróficos que as populações que vivem no litoral vem sofrendo nos últimos anos. A Geografia está presente nos estudos costeiros e marinhos pelos menos desde o século XVIII. Quando a Geografia se firma como ciência propriamente dita no século XIX, os estudos sobre o litoral e os oceanos passam a ser temas importantes estudados pela Geografia.

Geógrafos importantes como Ratzel e La Blache escreveram sobre Geografia Marinha em seus tratados (Vallega, A. 1998). A influência dos geógrafos físicos nos estudos da costa é algo tão significativo que Komar (1976), um dos mais influentes geólogos na área costeira afirmou que os primeiros profissionais a estudarem a costa e o litoral foram os geógrafos e geomorfólogos. Assim a importância dos estudos da costa pela Geografia, ganha grande importância na atualidade por incluir análises do uso humano do litoral. Diferentemente de outras ciências naturais, a Geografia vai buscar entender de que forma a sociedade está impactando o litoral e quais as origens desses impactos. Nesse sentido, estudar o fenômeno das marés oceânicas passa ser algo de vital importância dentro dos estudos da Geografia Física marinha, pois nos últimos anos diversas cidades foram assoladas por fenômenos de marés associadas a ressacas que causaram grandes prejuízos econômicos para diversas cidades do Brasil.

Assim, os estudos da Geografia sobre o litoral ganham mais importância na atualidade quando “mais recentemente cresce o número de pesquisas com abordagens econômica, social e política através de estudos sobre a vulnerabilidade sócio-econômica e o risco à erosão costeira; o planejamento urbano e o gerenciamento costeiro visando a adequada utilização dos recursos, a diminuição dos conflitos de uso na zona costeira e a preservação dos ecossistemas costeiros e marinhos” (Lins-de-Barros, Muehe 2009). A partir de 1970 começam a surgir publicações especificamente sobre os estudos do litoral e a Geografia passa então a ter importante influência nesse processo. Geógrafos brasileiros também passam a se destacarem pela especial atenção que dão em seus estudos a costa e ao litoral. Merecem destaque os trabalhos de Azis AbSaber e Dieter Muehe.

O trabalho desses geógrafos tem sido referência nessa temática no Brasil, pois suas pesquisas tem uma abordagem bastante aplicada, visando orientar políticas e programas de planejamento do litoral. A valorização da Geografia nos estudos costeiros toma ainda proporções mais importantes quando o Ministério do Meio Ambiente (MMA) convoca uma equipe de geógrafos da USP e da UFRJ para realização de um estudo intitulado “Macro Diagnostico da Zona Costeira da Escala da União”(1996), um dos mais importantes estudos que compõe o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro. Vallega (1998) ressalta que nas décadas de 1960 e 1970 as principais disciplinas dedicadas ao gerenciamento costeiro eram a Geologia e a Geografia; na década de 1980 a abordagem ainda era uni-disciplinar, embora mais ampla atraindo a biologia, a ecologia e o direito; a partir de 1980 as abordagens tornam-se interdisciplinares e especialistas de outras áreas, como sociologia e planejamento urbano, integram a variedade de profissionais.

A tendência atual é uma interdisciplinaridade dos estudos costeiros tanto no Brasil quanto no mundo. Porém, poucas ciências como a Geografia é capaz de abordar de forma integrada a complexidade física, social e econômica o estudo do litoral. Neste sentido, Vallega (1998) afirma que a “bagagem” teórico metodológica da geografia é capaz de fornecer elementos relevantes, por apresentar como característica primordial uma visão holística, por isso essa ciência deve ser considerada de especial importância no estudo costeiro. O autor continua que o planejamento costeiro é uma das áreas que permite à geografia demonstrar sua habilidade em lidar com realidades espaciais complexas.

3.4 A Geografia e a Zona Costeira

O Brasil é um país com um alto nível de urbanização, a população brasileira por sua vez concentra-se principalmente nas zonas costeiras e 6 em cada 10 pessoas vivem até 60 quilômetros do litoral. Nesse sentido o litoral passa a ser um ambiente de transição entre o continente e o oceano, tornando o estudo das marés algo importante para prevenir impactos negativos sobre as cidades. As zonas costeiras é espaço geográfico com características especiais na superfície terrestre, porque eles resultam da sobreposição do relevo e oceano, assim a dinâmica desse tipo paisagem é de extrema complexidade.

Esta interação de fatores que incluem estuários e deltas, urbanização, lazer, turismo e todo tipo de atividade humana, tornam esse estudo ainda mais complexo. A Geografia Costeira estudando essas paisagens como um todo, em particular a sua dinâmica. Esta é enquadrada dentro da geografia física, O litoral sendo o ponto de encontro entre a terra e a água, é um ambiente em que ocorrem constantemente erosão devido as ondas e a força das marés, correntes marinhas e sedimentação. A costa sempre foi considerada de extrema importância para muitos povos e países, além de ser vital na produtividade primária e constituírem o habitat natural de aves, peixes e mamíferos. Devido ao crescimento excessivo de cidades e a expansão urbana para o litoral, a costa passou a ser de importância econômica significativa, para atividades portuárias, instalação de indústrias pesqueiras, especulação imobiliária e lazer.

A ocupação desordenada da costa tem colocado em risco o desenvolvimento sustentável desses ambientes (Moraes 2007). Vale ressaltar que a costa concentra ecossistemas frágeis e extremamente ameaçados como manguezais, brejos e restingas. As marés passam a ser de vital importância em ambientes de estuários, pois está relacionada à capacidade de renovação da massa de água a cada ciclo completo de maré (Miranda et al., 2002). Além disso, ajuda a transportar sedimentos ricos em nutrientes que ajudam a manter a fauna e flora desses locais. Entre os fatores antrópicos de maiores impactos destacam-se os efeitos da dragagem e da ocupação humana na região costeira. Leão (1996) comentou que os agentes antropogênicos mais comuns que

afetam o litoral estão relacionados ao desenvolvimento da zona costeira, turismo, pesca, instalação de projetos industriais e exploração de petróleo.

As atuais pesquisas e estudos costeiros que analisam também as marés, tentam entender como tem se dado a relação entre as áreas naturais, as políticas urbanas e os empreendimentos imobiliários que tem gerado grandes transformações socioambientais. Nos últimos anos, as regiões litorâneas têm vindo sofrendo modificações espaciais, seja o processo de urbanização da costa ou a poluição dos ambientes litorâneos. Por isso acaba sendo de extrema importância a Geografia entender como a dinâmica das marés pode influenciar a costa, assim ajudando no desenvolvimento sustentável e no gerenciamento costeiro.

3.5 A Geografia e o Fenômeno das Marés

O estudo do fenômeno das marés é importante para aqueles que visam realizar pesquisas na zona costeira e entender todo processo de transformação que tem passado o litoral, desde processos de urbanização aos impactos ambientais. As marés são fenômenos diários que podem combinar-se ocasionalmente com eventos de ressaca. Esses eventos caracterizados por uma alta energia podem acarretar forte erosão e destruir construções ocasionando grandes prejuízos financeiros, e especialmente no caso de coincidirem com marés de sizígia. Com a chegada de frentes, fortes tempestades podem também ocorrer próximo à costa durante uma maré de sizígia, podendo produzir *marés de ressaca*, ondas de maré alta que podem cobrir toda a praia, ocasionando grande destruição de construções e localidades situadas próximas à zona costeira (Press *et. al.* 2006).

A partir da década de 1970, a costa passou a ser rapidamente ocupada devido a excessiva especulação imobiliária. Esta ocupação foi motivada principalmente pelo lazer e o turismo que proporcionou um grande fluxo de pessoas para as regiões litorâneas. Este fluxo trouxe a necessidade de urbanização da região, tendo como consequência a construção de calçadões, ruas e avenidas adjacentes à orla, além de diversos aterros que alteraram a configuração da linha de costa. Esta ocupação teve como reflexo diversos problemas ambientais, como a retirada da mata de restinga e vegetações de mangue que ajudam na proteção do litoral contra as ressacas e as marés, alterando o comportamento natural das praias. As marés são responsáveis pelo

afogamento ou exposição de uma grande área arenosa durante a maré alta e a maré baixa, respectivamente (Davis Jr., 1985 *apud* Santos 2001).

Dentro do estudo do fenômeno das marés é de grande importância analisar a amplitude das marés de sizígia e as marés de quadratura (Davis Jr. 1985). O Rio de Janeiro é um estado que constantemente tem sofrido com as forças das marés associadas as ressacas. Segundo a Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), a maré da região costeira do Rio de Janeiro é classificada como semi-diurna com desigualdades diurnas que resulta em duas baixa-mares e duas preamares diárias. Quanto à amplitude vertical de maré, a região é caracterizada como de micromaré, que apresenta variações de até 2,0 m. No caso específico da região de Icaraí em Niterói, de acordo com a DHN, as amplitudes verticais de maré alcançam no máximo 1,40 m, que, segundo Muehe (1989) são relativas às amplitudes de marés de sizígia em um ambiente de micromaré.

O fenômeno das ressacas passou a receber grande atenção dos meios de comunicação a partir da década de 1970 quando a região litorânea do estado do Rio de Janeiro passou a sofrer danos mais graves em decorrência dos fenômenos de marés associados à ressaca, juntando isso deve-se ressaltar a urbanização intensa. Estes fatos confirmam a importância de estudos das marés como forma de entender a dinâmica costeira, à variação topográfica nos perfis de praia, à redução da espessura de areia em algumas praias, a diminuição na largura da praia e aos efeitos das ressacas no litoral principalmente se combinadas com marés de sizígia. Em 2002, desenvolvi um trabalho intitulado “A Influências das Marés Sobre o Perfil da Praia de Icaraí, Niterói-RJ” como requisito para a monitoria da disciplina Sedimentologia do Laboratório de Geologia Marinha da Universidade Federal Fluminense e que teve por objetivo caracterizar a amplitude horizontal da maré, o alcance máximo das ondas e analisar seu comportamento sazonal em fases de maré de sizígia na praia de Icaraí. Um dos motivos para a escolha da praia de Icaraí remete ao fato de que esta praia está localizada próxima ao campus da universidade facilitando assim o acesso e a pesquisa.

Tal preocupação deve ser levada em consideração quando o assunto gira em torno de urbanização da orla, obras de engenharia, planejamento portuário ou mesmo qualquer atividade que venha a ser implantada na zona costeira. Isto porque, em períodos de forte ressaca, havendo coincidência com as marés altas de sizígia, problemas decorrentes da inundação e do forte ataque por ondas podem ocasionar destruição. O estudo das Marés busca auxiliar a tomada de decisão e dar suporte ao planejamento da ocupação litorânea e desenvolvimento de projetos de engenharia em

um trabalho de precaução e prevenção para atividades em ambientes costeiros. As marés altas de sizígia, se combinadas com eventos de ressaca, podem ocasionar grandes danos a construções situadas nas proximidades.

As áreas litorâneas vêm sendo alteradas pelo crescente processo de urbanização, assim, estudos detalhados com enfoque na dinâmica costeira são necessários, dando suporte ao gerenciamento costeiro para uma tomada de decisão. Busca-se, com esse estudo, auxiliar atividades que venham a ser desenvolvidas ao longo da costa, adotando posturas preventivas e minimizando impactos ambientais que possam surgir em decorrência da ação do homem.

3.6 As Marés e os Impactos Ambientais

O Brasil tem 7.408 km de extensão de linha de costa e cerca de 442 mil km² de zonas costeiras. Cinco regiões metropolitanas brasileiras situam-se no litoral. Na verdade, metade da população brasileira reside a não menos que 200 km do mar. O fato de a maior parte da população não dispor de redes de esgotos, nem de sistema de coleta de lixo, agrava os efeitos ambientais dessa concentração (Araújo & Costa 2003; MMA 2010). Araújo & Costa (2003) observam que uma grande parte da população não exerce os princípios básicos de cidadania e trata o espaço público com descaso e indiferença, ignorando sua responsabilidade de respeitar o meio ambiente. Estima-se que, em escala global, até 80% do lixo encontrado em praias chega à costa através dos rios próximos, dependendo dos padrões de circulação das águas costeiras.

Os frequentadores das praias também contribuem às vezes de forma alarmante, ao deixar os próprios resíduos na areia (Laist, 1987). A dinâmica costeira como os ventos, as ondas e especialmente as marés transferem o lixo para a água, tornando sua coleta muito mais difícil. A pesca, a navegação e outras atividades marítimas, embora em menor escala, também têm sua parcela de culpa na poluição. A dinâmica das marés e a direção do vento fazem com que o lixo jogado de qualquer maneira em diferentes partes da praia seja uma das contribuições mais significativas para a poluição marinha.

Em situações de junção de fatores naturais como frentes frias, preamar e lua cheia faz com que o mar fique mais agitado (ressacas) e o lixo seja depositado em maior quantidade pela praia. Com tempestades mais intensas no mar, as ondas ficam mais

altas e as marés mais elevadas. Onde houver ruas e avenidas a beira-mar haverá sérios problemas de erosão e possível destruição de muros, ruas e avenidas devido à diminuição das faixas de areia. Além disso, com fenômenos como El Niño e La Niña aumentam as secas que acabam causando a diminuição da vazão dos rios, tal efeito associado à subida do nível médio do mar, e frequentemente somado a efeitos de marés mais altas, tende a aumentar a intrusão salina em regiões estuarinas causando incremento de manguezais e potencial problema de captação de água salobra em locais que hoje captam água doce. Frequentemente as marés associadas às passagens de frentes frias, por vezes graves transtornos. Pois, a soma dos efeitos de subida do nível médio do mar com eventos como o de marés altas e chuvas intensas ocasionam sérios problemas de macrodrenagem em zonas urbanas situadas em baixadas de baías e lagoas costeiras, com frequentes alagamentos e inundações crescentes. Além disso, em zonas urbanas o efeito de subida do nível médio relativo do mar, efetivamente, reduz o estoque de areia útil entre as construções e a praia e linha de orla. Em situações de marés altas a redução do estoque efetivo é ainda mais potencializada. Se nada for feito, as consequências de elevação do nível médio do mar, em sinergia com ressacas e marés altas mais intensas, inexoravelmente acarretará em episódios de destruição de calçadas e avenidas de forma crescente, chegando a inviabilizar áreas residenciais defronte a praias. Outro impacto é potencial problema de captação de água salobra, decorrente da maior intrusão salina devido à subida persistente do aumento do nível médio do mar, e ainda mais em eventos transientes, porém sinérgicos, de marés de sizígia, assim deve-se prever a realocação dos pontos de captação de água. Evidentemente, devem mudar para montante, os pontos de captação que evitem captar água salobra.

3.6 As Marés e os Efeitos Climáticos

Com o avanço da degradação ambiental é de suma importância uma maior conscientização sobre o meio ambiente. Vale ressaltar a importância de se monitorar o litoral continuamente e com métodos, utilizando equipamentos como medidores de marés e de ondas, entre outros. Pois, só com mais informações é que se saberá, se nos próximos anos, o que realmente mudará no clima e quais as consequências para as

populações costeiras. Nos últimos anos, há uma tendência mundial de preocupação com o meio ambiente. Especialmente nas regiões costeiras que exigem observações feitas com base em monitoramento contínuo.

Este é o grande problema brasileiro, quase não se tem um monitoramento que seja contínuo do comportamento da linha da costa ou das marés. Na área de pesquisa costeira, está se iniciando uma formação de uma rede para relacionar efeitos de erosão costeira com fenômenos oceanográficos, em especial os de marés. Sabe-se que a alteração do meio ambiente está provocando mudanças nas ondas e nas marés, alterando a própria elevação do nível do mar. Ou seja, um dos principais mecanismos de controle da estabilidade da linha de costa é o mar e a maneira como ele se apresenta e esse comportamento tem sido alterado devido ao impacto do ser humano sobre o meio ambiente. A própria medição das marés, tem se tornado muito importante nos dias de hoje, porém no passado era feita tendo como objetivo somente a navegação, e não a indicação de tendências de elevação ou rebaixamento do avanço do mar.

A busca pela interpretação de maregramas (registro gráfico dos movimentos de elevação e abaixamento da maré) de longo prazo que resulta na preocupação com a elevação do nível do mar, é algo recente. Os únicos marégrafos de longa duração estão em Cananéia (SP) e na Ilha Fiscal (RJ). Medições maregráficas começaram a ser feitas a partir de 1781, porém, de modo descontínuo, que não permitem uma definição de tendências. A partir de 1831 começou o primeiro registro contínuo, no porto do Rio, que serviu de referência para a delimitação dos terrenos da Marinha. Em geral, apesar de hoje termos uma ampla rede de marégrafos ao longo da costa, são poucos os que permitem a determinação da variação do nível do mar ao longo do tempo por falhas de registro ou mudança de posição. A percepção da necessidade de realizar as medidas não apenas para a determinação da maré, mas também para a identificação do comportamento do nível do mar mudou, sendo necessária a obtenção de registros contínuos por várias décadas. As regiões costeiras podem se transformar radicalmente em razão de qualquer mudança no clima.

Com os dados sobre as marés e o nível do mar que existem agora, tem-se a previsão de inundações que poderão ocorrer em 70 anos. Assim se esse cenário de fato ocorrer, o poder público pode se prevenir de eventuais catástrofes revendo a ocupação urbana das regiões litorâneas, protegendo assim os seus habitantes e evitando futuros processos de indenizações na Justiça. Mas para isso, prefeituras terão de assumir algumas responsabilidades, como evitar ocupações em áreas potencialmente de risco. A

erosão que tem levado o recuo da linha de costa. O nível topográfico atualmente encontra-se muito próximo ao nível do mar atual.

Hoje, quando se tem uma chuva forte e o nível do mar sobe, não tem escoamento e acaba ocorrendo a inundação. Fica muito pior quando se associa inundação com o transbordamento dos rios e chuvas fortes. Cidade como o Rio de Janeiro e Santos no litoral de São Paulo vem constantemente sofrendo com esses efeitos que ocorrem também e em outras cidades erguidas a beira de estuários. A situação tende a piorar. Não só por causa da erosão costeira ou das inundações, mas também por intensificação de fenômenos meteorológicos extremos, como marés associadas a ressacas.

CAPÍTULO 4

MARÉS EM FÍSICA E ASTRONOMIA

4.1 Introdução

Há mais de 2.000 anos, algumas características essenciais do fenômeno das marés já haviam sido identificadas pelos gregos. Em particular, o geógrafo Pytheas de Massalia (330 a.C.) registrou a existência de duas marés diárias e sua dependência com as fases da Lua (Ekman 1993). Séculos depois, em pleno renascimento científico, Kepler reafirmou no livro “Astronomia Nova” (1609), uma correlação das marés com as forças atrativas exercidas pela Lua e pelo Sol², enquanto Galileu em seu “Diálogos”(1632) associou, também erroneamente, as marés com o movimento de rotação e translação da Terra (ver introdução geral).

Depois de Galileo, mais de meio século seria ainda necessário para que Newton (1687) propusesse as leis da mecânica e a lei da gravitação universal. Combinando suas leis, Newton estabeleceu as bases para o desenvolvimento futuro da ciência (em várias direções e por mais de 2 séculos), alterando profundamente não apenas a noção vigente de Universo, mas também a própria arte de inventar ou criar teorias científicas (Lima & Santos 2017).

Newton demonstrou que as órbitas dos corpos celestes sob ação da gravidade seriam em geral representadas por cônicas (círculo, elipse, parábola e hipérbole), explicando assim o movimento dos planetas, cometas e demais asteróides. Newton também explicou corretamente as marés oceânicas. Para ele era mais um fenômeno físico de origem astronômica, relacionado com as ações gravitacionais da Lua e do Sol, exatamente como os pensadores gregos (tais como Pytheias e Seleuco), suspeitavam mais de um milênio antes do renascimento científico.

² Embora associando corretamente as marés com a Lua e o Sol, Kepler sugeriu erroneamente que eram forças de origem magnéticas emanadas dos dois corpos. Provavelmente, tal correlação foi influenciada pelo livro de William Gilbert sobre magnetismo (Gilbert 1600, Tilley D. & Pumfrey 2003)

Neste capítulo, seguindo uma bibliografia conhecida, mostraremos como as ações gravitacionais combinadas do Sol e da Lua sobre a Terra explicam algumas propriedades básicas das marés oceânicas.

4.2 A Lei da Gravitação Universal

Em 1687, Newton publicou sua lei da gravitação universal. Segundo ele, duas massas pontuais quaisquer do Universo, M e m , se atraem com uma força de origem gravitacional proporcional ao produto das massas multiplicado pela razão inversa do quadrado da distância:

$$\vec{F} = -G \frac{Mm}{r^2} \hat{r} \quad (4.1)$$

onde $G=6,67 \times 10^{-11} \text{ cm}^3 \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$ é a constante gravitacional, $\mathbf{r} = |\mathbf{r}_m - \mathbf{r}_M|$ é a distância entre as partículas e $\hat{\mathbf{r}}$, um vetor unitário ao longo da linha de ação, no sentido de M para m . O sinal menos significa que a força gravitacional exercida por M sobre m (e vice-versa) é atrativa (ver **Figura 15**).

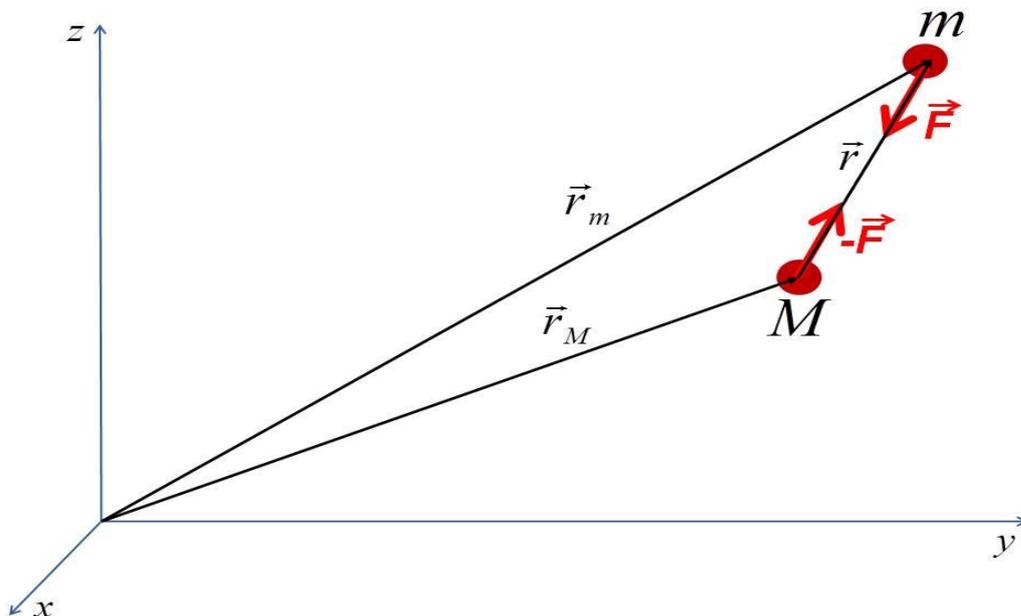


Fig 15: Força gravitacional entre duas massas pontuais M e m no espaço tridimensional. O vetor relativo entre as massas, $\mathbf{r} = \mathbf{r}_m - \mathbf{r}_M$, aponta de M para m .

Newton também provou que para o caso onde existe uma simetria esférica perfeita, a força total da massa finita M sobre uma partícula ou um corpo externo qualquer, atua como se toda a massa da distribuição esférica M estivesse concentrada em seu centro. Esse resultado ficou conhecido como teorema das cascas esféricas, pois Newton provou primeiro que uma casca esférica de matéria (uniformemente distribuída) atrai uma partícula como se toda a massa da casca estivesse concentrada no centro. Depois foi preciso apenas imaginar que a esfera sólida de massa M pode ser vista como uma soma de cascas. Esse resultado é válido mesmo que a densidade da esfera seja uma função do raio (Em particular, para dois corpos com simetria esférica perfeita, cada corpo age como se toda sua massa estivesse no centro).

4.3 Princípio da Superposição

O teorema das cascas é apenas uma versão restrita ao caso esfericamente simétrico do chamado princípio de superposição das forças gravitacionais. Para um conjunto de partículas (ou mesmo um corpo extenso), o efeito gravitacional total é uma soma dos efeitos separados sobre cada massa pontual (ou sobre os elementos do corpo extenso). Em outras palavras, dado um conjunto de partículas, vale o chamado princípio da superposição. No caso de n partículas, a força resultante sobre uma partícula arbitrária pode ser calculada somando as ações gravitacionais que agem na partícula considerada de massa m , da seguinte forma:

$$\vec{F}_m = \vec{F}_{1m} + \vec{F}_{2m} + \vec{F}_{3m} + \dots + \vec{F}_{nm} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_{im}. \quad (4.2)$$

Para um objeto real, ou seja, um corpo extenso de dimensão finita e densidade ρ , a força exercida por uma partícula externa M sobre o corpo, pode ser calculada

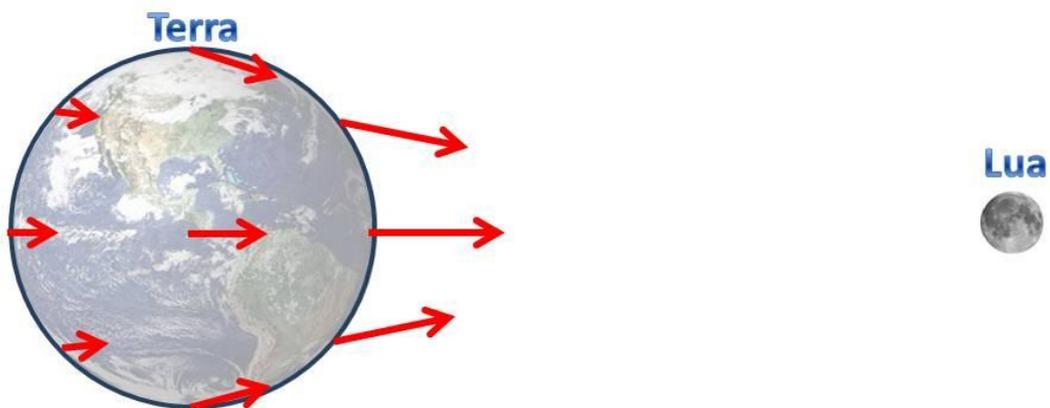
dividindo-se o objeto em elementos de massas infinitesimais, $dm = \rho dv$, e efetuando-se uma soma vetorial sobre todas as partículas do corpo (Halliday, Resnick & Walker 2009)

$$\vec{F}_{corpo} = \int_{corpo} d\vec{F} = \int \frac{M\rho}{r^2} \hat{r} dv. \quad (4.3)$$

4.4 Forças Gravitacionais Diferenciais e as Marés

Corpos ou partículas pontuais exercem forças gravitacionais diferenciais sobre outros corpos extensos que geram vários efeitos físicos. Como veremos, embora menos intensas do que a força gravitacional - pois são efeitos gravitacionais secundários - tais forças são responsáveis por fenômenos importantes, como as marés oceânicas e o rompimento gravitacional de corpos celestes³.

Conceitualmente, é simples entender como surgem as forças de maré em corpos extensos. Para exemplificar, consideremos a força gravitacional exercida pela Lua sobre a Terra. O lado mais próximo da Terra é atraído mais fortemente do que o mais distante, pois a força gravitacional escala com $1/r^2$.



³ Um rompimento por forças de maré pode acontecer quando satélites e meteoros se aproximam de planetas e estrelas numa distância menor do que o chamado limite de Roche (ver seção 7).

Fig 16: Forças gravitacionais "diretas" da Lua sobre os diferentes elementos de massa da Terra. Note que o campo gravitacional inhomogêneo da Lua provoca forças de intensidades distintas nas diferentes posições da Terra. Em particular, as forças no lado oposto são menores.

Na (**Figura 16**) mostramos os vetores da força gravitacional da Lua atuando nas diferentes partes da Terra. Os vetores do lado mais próximo da Lua são maiores do que os do lado oposto o que está de acordo com a variação da força gravitacional com a distância. Intuitivamente, pela ação gravitacional direta da Lua, poderíamos esperar a existência de uma maré alta terrestre no lado mais próximo da Terra. Contudo não é isso o que acontece. Pois a inhomogeneidade da força gravitacional provoca, mas não é a força de tração exercida que chamamos de maré⁴.

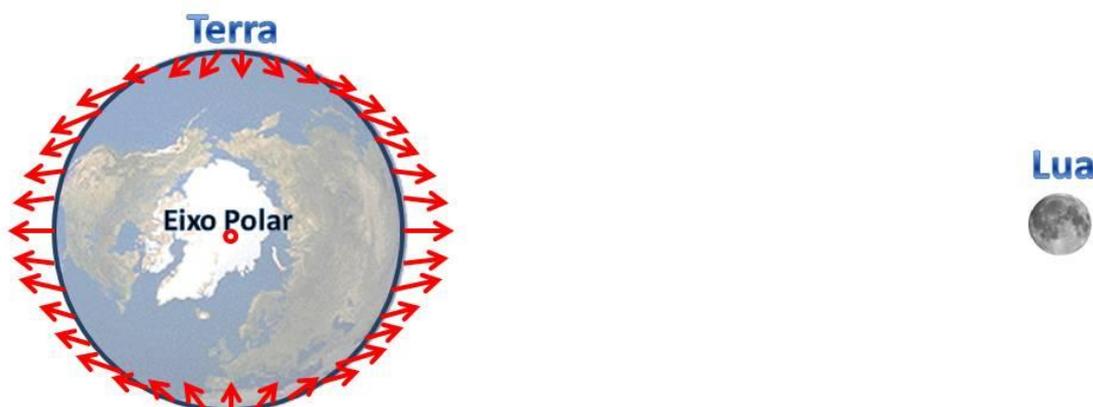


Fig 17: Campo de Maré provocado pela Lua sobre a Terra. Note que na direção ortogonal ocorre uma compressão enquanto na linha de ação da Lua ocorre uma tração em ambos os lados. Diferentes da força gravitacional, as forças de maré são inversamente proporcionais ao cubo da distância (ver Eq. 4.4 texto e seção 4.5).

Para entender o efeito, é importante primeiro observar que a terra inteira sente a variação espacial da força gravitacional da Lua, não apenas as superfícies dos dois hemisférios. Assim, o importante para a formação da maré é a força líquida obtida para o observador no centro de massa da Terra. Por ser um referencial acelerado, a força do centro de massa (ou equivalentemente sua aceleração) deve ser subtraída, com o diagrama de forças da figura 2 sendo modificado. O resultado é a Terra sendo

⁴ Podemos aproximar a terra e os oceanos por um núcleo esférico sólido rodeado por uma camada líquida (não necessariamente esférica). A força gravitacional oriunda da atração mútua entre a Lua e a Terra sólida pode ser considerada como agindo no centro de massa. Também ocorre deformação na parte sólida mas é pequena comparada com a maré oceânica.

tracionada dos dois lados ao longo da linha Lua-Terra. A resultante obtida explica as marés. Em outras palavras, a tração resultante nos dois lados é provocada pela força gravitacional diferencial. Como veremos, a tração (ou compressão) de maré é uma força secundária, mais fraca, inversamente proporcional ao cubo da distância $\Delta F \propto 1/r^3$ (Figura 17).

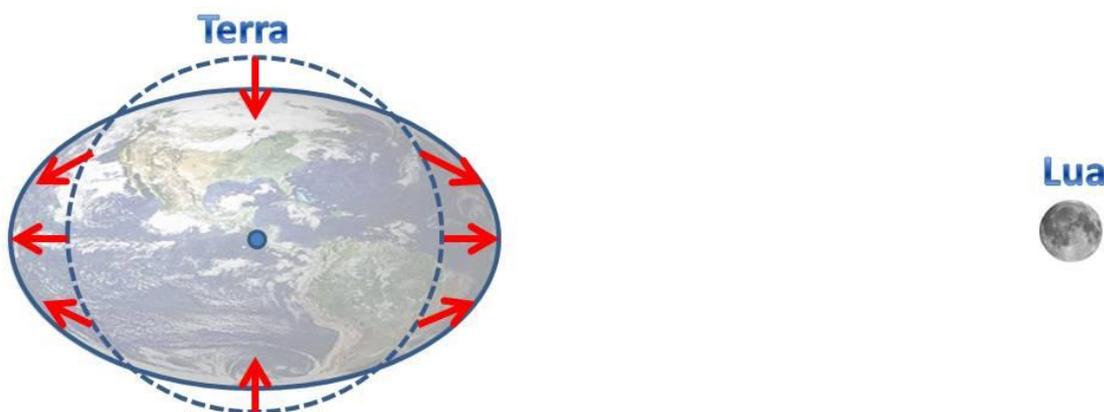


Fig 18: Efeitos das forças de maré provocada pela Lua sobre a Terra para um tempo fixo. A linha tracejada representa o esferóide terrestre sem maré. As setas mostram o efeito resultante das forças diferenciais. São duas marés altas simultâneas ao longo da linha de ação da Lua e duas marés baixas na direção ortogonal. Com o passar do tempo, a Lua gira em torno da Terra, deslocando periodicamente as marés oceânicas.

Na **figura 18**, mostramos os efeitos de tração e compressão resultante da ação gravitacional da Lua sobre a Terra inicialmente esférica. O aspecto interessante da força diferencial é que embora os oceanos de hemisférios opostos na Terra sejam relativamente menos atraídos pela Lua, a maré formada do lado oposto também é alta! Isto ocorre porque o centro de massa da Terra sólida é acelerado em direção à Lua, gerando uma aceleração relativa das porções de água na face oposta que em média aponta no sentido contrário a direção da Lua. Assim, quando a força (ou aceleração) agindo no centro de massa da Terra é descontada, o efeito líquido das forças diferenciais são duas marés altas formadas ao longo da linha de ação e duas marés baixas formada na direção ortogonal a linha de visada para a Lua. Vemos também que devido a simetria de rotação em torno do eixo Terra-Lua, a figura tridimensional deve formar um elipsóide de revolução.

A força diferencial depende também do tamanho do corpo que sofre o efeito de maré. São essas forças diferenciais agindo sobre os oceanos que podem deformá-los originando as marés oceânicas altas e opostas na linha de ação. Grosseiramente, a intensidade da força gravitacional diferencial pode ser estimada da seguinte forma:

$$F = -G \frac{Mm}{r^2} \Rightarrow \Delta F = \frac{dF}{dr} \Delta r = 2G \frac{Mm}{r^3} \Delta r \quad (4.4)$$

onde Δr é o tamanho do corpo que sofre a maré. A fórmula acima mostra corretamente que a força diferencial depende: (i) do produto envolvendo as massas dos corpos e o tamanho do corpo que sofre o efeito de maré, (ii) é inversamente proporcional ao cubo da distância. Portanto, é mais fraca do que a força gravitacional.

Resumindo, forças de maré ocorrem devido as ações das forças gravitacionais diferenciais. No caso da Terra, ocorre uma redistribuição da massa oceânica por forças diferenciais provocadas pela Lua e pelo Sol. A massa da Lua é menor, mas como está mais próxima, o efeito de proximidade domina sobre a distância resultando uma maré lunar maior do que a maré solar (ver seção 4.6).

4.5 Força Diferenciais: Um Estudo Quantitativo

Para entender mais quantitativamente a força gravitacional diferencial responsável pelas marés, considere uma massa pontual M , atuando sobre um corpo extenso. Por simplicidade, vamos representá-lo simplificado, representado na Figura 4.5 por apenas duas massas próximas iguais a m , ligadas por um fio rígido de massa desprezível. Na **figura 19** abaixo, R é a distância entre as duas massas m e r a distância entre M e a massa mais distante, de modo que a distância entre M e a massa mais próxima é $r_1 = r - R$. As forças \mathbf{F}_1 e \mathbf{F}_2 exercidas por M sobre as massas m são dadas por (seguiremos aqui tratamento apresentado por Oliveira & Oliveira 2012)

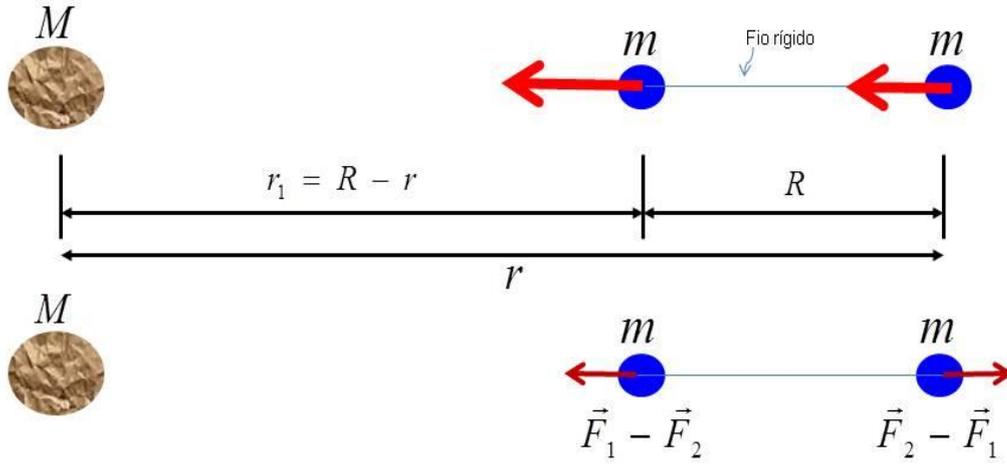


Fig 19: Geometria para o cálculo da força diferencial de maré.

$$F_1 = \frac{GMm}{(r - R)^2}, \quad F_2 = \frac{GMm}{r^2} \quad (4.5)$$

enquanto a diferença é dada por:

$$\Delta F = F_1 - F_2 = GMm \left[\frac{1}{(r - R)^2} - \frac{1}{r^2} \right] \quad (4.6)$$

ou ainda,

$$\Delta F = GMm \left[\frac{r^2 - (r - R)^2}{r^2(r - R)^2} \right] = GMmR \left[\frac{2r - R}{r^4 \left(1 - \frac{2R}{r} + \frac{R^2}{r^2} \right)} \right] \quad (4.7)$$

Finalmente, como a distância R entre as partículas é muito menor do que a distância para a massa M ($R \ll r$), isto implica que $2r - R \cong 2r$ e $(1 - \frac{2R}{r} + \frac{R^2}{r^2}) \cong 1$ e substituindo em (4.7) obtemos o resultado

$$\Delta F = \frac{2GMm}{r^3} R \quad (4.8)$$

que é exatamente a equação (4.4) obtida por diferenciação. Na seção a seguir adotaremos a seguinte expressão para a força de maré:

$$\Delta F = 2G \frac{Mm}{d^3} R \quad (4.9)$$

onde M é a massa do corpo primário, ou seja, o que exerce a maré, m e R são, respectivamente, a massa e o tamanho do corpo que sofre a maré e d é a distância média entre os corpos. O mesmo resultado é obtido quando quando o cálculo é efetuado para todo ponto da terra (Burger & Olsson 1973). Naturalmente, a Lua também sente a força de maré da Terra. Como a distância é a mesma e o tamanho da Lua é menor, a força de maré da Terra sobre a Lua é menor do que a da Lua sobre a Terra.

4.6 Maré Lunar e Maré Solar

Neste ponto, é também interessante comparar as marés provocadas pela Lua e pelo Sol sobre a Terra. Da equação (4.9) podemos escrever (m é a massa da Terra cancelada na razão abaixo)

$$\Delta F_L = 2GM_T \frac{M_L}{d_L^3} R, \quad \Delta F_{\odot} = 2GM_T \frac{M_{\odot}}{d_{\odot}^3} R \quad (4.10)$$

onde R é o diâmetro da Terra, enquanto M_L , M_{\odot} , d_L e d_{\odot} denotam, respectivamente, as massas da Lua, Sol, distância Lua-Terra e distância Sol-Terra.

Das expressões acima, é simples determinar quem exerce a maior força de maré. Dividindo as duas forças vemos que o fator $2GM$ é cancelado resultando:

$$\frac{\Delta F_L}{\Delta F_{\odot}} = \frac{M_L}{M_{\odot}} \left(\frac{d_{\odot}}{d_L} \right)^3 = \frac{7,35 \times 10^{22} \text{ kg}}{2 \times 10^{30} \text{ kg}} \left(\frac{149600000 \text{ km}}{384000 \text{ km}} \right)^3 \quad (4.11)$$

ou ainda,

$$\frac{\Delta F_L}{\Delta F_{\odot}} = 2,17. \quad (4.12)$$

Portanto, segue desse resultado que a maré lunar é maior do que o dobro da maré solar.

Embora a Lua exerça uma força de maré mais intensa sobre a Terra, a força diferencial do Sol é também significativa. Por exemplo, quando existe um alinhamento entre a Lua e o Sol (conjunção ou oposição), as trações resultantes de marés são mais intensas (se adicionam) e os bojos de maré alta são mais altos (marés de sizígia). As menores marés ocorrem quando as orientações da Lua e do Sol estão orientadas ortogonalmente em relação à Terra (separação angular de 90°). É importante também observar que a parte sólida da Terra e também da Lua sofrem efeitos de maré, embora sejam bem menores. O da Terra é cerca de 10 cm e o da Lua é de 20 cm. A deformação de corpos sólidos depende da distância. Como veremos a seguir, o resultado pode ser catastrófico quando o corpo se aproxima a uma distância menor do que o limite determinado por Roche.

4.7 Limite de Roche

As heterogeneidades do campo gravitacional produzido pelo segundo corpo na região ocupada pelo primeiro podem ser tão intensas que ultrapassam as forças atrativas do primeiro corpo, causando um rompimento da estrutura. A distância da instabilidade, ou seja, onde ocorre a destruição do corpo que sofreu a maré, tornou-se conhecida como Limite de Roche.

O astrônomo francês, Édouard Roche, nasceu em 1820 e tornou-se uma referência no estudo das marés. Em 1850, ele discutiu o equilíbrio de uma massa fluida sob ação de forças gravitacionais externas. Roche determinou matematicamente as condições sob as quais, um corpo líquido ou gasoso (digamos um cometa ou meteoro), pode permanecer com seu centro gravitacional estável sob os efeitos da tração de maré produzida por um planeta (ou estrela) nas proximidades. Ele também estudou como uma rotação uniforme, homogênea, pode alterar os resultados em comparação com o caso sem rotação.

Existem muitos registros históricos relatando a fragmentação de corpos celestes. Por exemplo, em 1846 o cometa Biele dividiu-se em dois quando passava próximo ao Sol. In 1976 o cometa West fragmentou-se em 4 pedaços próximo ao Sol. More recentemente, 20 fragmentos do Shoemaker-Levy 9 foi descoberto nas proximidades de Júpiter.

A distância de instabilidade para um corpo gasoso (ou líquido) sem rotação, ou mesmo girando lentamente, é mais fácil de ser determinada pois as forças microscópicas de coesão e as forças centrífugas são desprezíveis. Neste caso, somente a auto-gravitação do corpo predomina na determinação de sua estrutura. Isto significa que a distância crítica (raio de Roche) pode ser estimada considerando que no limite de instabilidade, a força de maré é igual a força gravitacional que mantém o corpo secundário (meteoro ou cometa) coeso (Boal 2001). As forças da maré do primário e a auto-força gravitacional que mantém o corpo secundário em equilíbrio são dadas por:

$$F_M = \frac{2GMmR}{d^3}, \quad F_G = \frac{Gm^2}{d^2} \quad (4.13)$$

onde claramente a última expressão é uma aproximação para um único corpo. Resolvendo a igualdade limite $F_M = F_G$ para d , obtemos uma distância crítica (ou raio de Roche):

$$d_c = 1,26 \left(\frac{\rho_M}{\rho_m} \right)^{1/3} R$$

onde ρ_M e ρ_m são, respectivamente, as densidades médias do primário (estrela ou planeta) e do satélite (cometa ou meteoro). Um estudo mais detalhado mostra que o fator multiplicativo correto não é 1,26 e sim 2,44. Nesse caso, o limite de Roche toma a seguinte forma (ver por exemplo, Oliveira & Oliveira 2012):

$$d = 2,44 \left(\frac{\rho_M}{\rho_m} \right)^{1/3} R \quad (4.14)$$

Quando Maxwell em 1859 mostrou que os anéis de Saturno eram compostos de pequenas partículas, Roche imediatamente sugeriu que eram provenientes de um satélite que fragmentou-se dentro do raio crítico que ficaria conhecido na literatura como limite de Roche.

Na tabela abaixo apresentamos o valor do limite de Roche para alguns planetas do sistema solar.

PLANETA	LIMITE (KM)
TERRA	18.470
JUPITER	175.000
SATURNO	147.000
URANO	62.000
NETUNO	59.000

4.8 Outros Efeitos das forças de Maré

Como foi visto nos capítulos 1-3, as correntes oceânicas decorrentes das marés são muito importantes, pelas implicações no cotidiano e no meio ambiente. No entanto, além dos efeitos já discutido para as várias áreas do conhecimento (incluindo o limite de Roche) existem ainda outros efeitos físicos específicos das forças de maré; alguns deles de considerável importância até mesmo para o sistema Terra-Lua.

A subida e descida das marés também provocam uma desaceleração da rotação da Terra devido ao atrito entre a massa líquida deslocada e o fundo do mar. Além disso, a terra está girando numa taxa diferente do movimento orbital da Lua. Se a taxa fossem

as mesmas, os bojos de marés apontariam direto para a Lua. Como a Terra gira mais rápido, o bojo também avança e a Lua puxa para trás, gerando um torque que aos poucos vai diminuindo a rotação da terra e portanto afeta a duração do dia. É um efeito muito pequeno porém cumulativo. No passado a terra girava mais rápido e os dias eram mais curtos. A observação de conchas com bandas de crescimento diárias e mensais, sugerem que o ano tinha 400 dias há 100 milhões de anos atrás (Oliveira Filho & Oliveira Saraiva 2012).

Finalmente, é interessante mencionar que um satélite sólido também sofre efeitos de maré. Se o efeito for intenso pode até mesmo provocar vulcanismo, como ocorre no satélite Io de Júpiter (Peal 1979).

CAPÍTULO 5

AS MARÉS COMO CONCEITO ESTRUTURANTE

5.1 Introdução

Para ensino das geociências e ciências do universo em sala de aula, é importante entender que a ciência é resultado da apropriação do conhecimento científico pela sociedade ao longo da história, e que muitas vezes essa apropriação se deu através de conflitos e debates intensos. Na verdade o que motivou o desenvolvimento da ciência foi a busca humana em solucionar problemas. Essa relação entre sociedade e ciência acabou resultando na tecnologia, os conhecimentos adquiridos na construção de modelos científicos e no desenvolvimento de tecnologias resultaram na necessidade de alfabetização científica das novas gerações como forma de perpetuar o conhecimento. Entre as possíveis estratégias na educação científica, optamos no presente artigo pelos chamados “conceitos estruturantes”. Acreditamos que esses conceitos são fundamentais no processo ensino e aprendizagem do saber científico, principalmente quando há uma preocupação excessiva em se ensinar uma grande quantidade de conteúdos escolares. Alguns autores (Gagliardi, 1983, 1986, 1988) e (Garcia Cruz 1998) tem definido como os conceitos

“que vão transformar o sistema cognitivo dos alunos, de tal maneira, que permitem, de forma coerente, adquirir novos conhecimentos, por construção de novos significados, ou modificar os anteriores, por reconstrução de significados antigos”.

Os conceitos estruturantes seriam então as ideias centrais que estão intrinsicamente ligados às outras áreas do conhecimento científico e do qual dependem outros conteúdos de uma mesma área. Através de um ensino astronômico por conceitos estruturantes os estudos das partes sempre terá uma relação harmoniosa com o todo. El Hani e colaboradores (2004) defendem a necessidade de se reformular os currículos de

ciências, em todos os níveis de ensino. Segundo esses autores, apesar das transformações sociais dos últimos anos, com enormes avanços científicos e tecnológicos, que influenciaram a sociedade, os currículos de ciência praticamente não mudaram. Em contrapartida, disciplinas como Geografia e Física que tradicionalmente carregam os conteúdos astronômicos tem apresentado esse conhecimento de maneira compartimentada e separada das outras áreas do conhecimento. Os conteúdos de astronomia nos currículos de Física e Geografia são como são como metais de naturezas distintas que não apresentam uma liga forte e coesa.

5.2 As Marés Como Conceito Estruturante

As forças de maré são um dos fenômenos naturais mais conhecidos da humanidade. Uma das consequências mais conhecidas das forças de Maré são as marés oceânicas observadas por diferentes povos ao longo dos séculos. A subida e descida diária do nível das águas oceânicas é um fenômeno universal e extremamente visível. Esse fenômeno intrigou cientistas como Galileu Galileu, que tentou usar as marés para provar que a Terra não só girava ao redor do Sol como em torno de si própria. Até mesmo povos indígenas como os Tupinambás, localizados no atual estado do Maranhão já tinham noções de que o movimento das marés estava associado aos fenômenos astronômicos.

Isaac Newton conseguiu efetivamente explicar o fenômeno das Forças de Maré com a descoberta das Forças gravitacionais. Newton, após chegar à expressão da força gravitacional, a usou para realizar estudos e interpretar uma variedade de fenômenos que ocorrem na natureza. Muitos dos fenômenos que ele estudou já eram conhecidos, só não havia uma explicação científica para eles. O sucesso que Newton obteve na explicação das forças de maré e em outros fenômenos constituiu um grande triunfo para a teoria da Gravitação Universal.

5.3 Porque Estudar as Marés

O problema que tem ocorrido no processo ensino-aprendizagem praticado em sala de aula, seja nas disciplinas de Geografia, Física ou Ciências, é que ocorre de forma fragmentada, sem uma visão integradora, ou seja, não constituindo uma rede de conceitos que estabelecem relações mútuas. Descaracterizando assim a essência das Ciências do Universo (Astronomia e Cosmologia), bem como as Geociências que buscam uma explicação do mundo através de uma visão integradora onde o indivíduo exerça um papel consciente e responsável. Por outro lado vive-se um momento de uma escola extremamente conteudista, onde a preocupação principal é despejar a maior quantidade de conhecimento sobre o aluno, mesmo que não tenha uma significância ou aplicabilidade em seu dia a dia. Nesse sentido, a importância de se definir conceitos estruturantes no ensino de ciências ganha um papel de destaque.

As Forças de Marés como conceito estruturante tem ao seu favor todo o processo de construção história que envolveu diferentes povos em diferentes épocas, muitas vezes envolvendo conflitos e debates na aceitação desse conceito. Assim o aluno através do ensino de Marés, teria uma visão unificada e integrada de um fenômeno astronômico que tem relações diretas sobre o planeta e em que seus reflexos podem ser notados em diferentes regiões do planeta. Assim, Gagliardi (1988) argumenta que um dos objetivos mais importantes da pedagogia das ciências é conseguir que o professor ajude o aluno a superar os obstáculos – lógicos, psicológicos e epistemológicos – da construção do conhecimento, estabelecendo estratégias e conteúdos que possibilitem a este um aprendizado efetivo. Seguindo a mesma linha de pensamento, Moreira (2006) enfatiza a importância do mapeamento da estrutura do conteúdo e da sua organização de acordo com essa estrutura.

“Cabe ao professor identificar os conceitos e proposições mais relevantes da matéria de ensino, distinguir os mais gerais e abrangentes dos que estão em um nível intermediário de generalidade e inclusividade e estes dos menos inclusivos e específicos [...] Trata-se de se preocupar com a “qualidade” do conteúdo e não com a quantidade.”

Para Vázquez-Alonso e colaboradores (2008) é fundamental a adaptação do ensino de ciências para o contexto, levando em consideração a sua finalidade, sem que

existam contradições entre os conceitos e os procedimentos. É de suma importância lembrar que, mesmo não sendo uma ciência, o ensino das forças de Maré está inserida no campo científico, já que é um conceito que perpassa por diferentes áreas como a Física, a Geologia, a Geografia, a História, a Ecologia, bem como a própria Astronomia entre outras ciências. Para tanto, é primordial que o aluno não seja um mero reprodutor, mas sim um agente participativo-transformador no ambiente em que vive.

O processo educativo envolve uma ação de reflexão, e deve ultrapassar a ideia da simples aquisição do conhecimento, e abranger, inclusive, aspectos relativos à ética, já que ela está implícita em praticamente todas as ações de uma educação ambiental eficaz. A conexão entre os diferentes conteúdos de diferentes áreas das ciências deve estar presente no ensino das marés em sala de aula. O ensino de marés levará o aluno a perceber o processo complexo e as implicações históricas, políticas e sociais que envolveram a construção desse conceito, fazendo dele uma ideia central e o transformando em um conceito estruturante.

5.4 O Que São Conceitos Estruturantes

Uma das críticas que se fazem ao ensino das ciências da terra e as ciências do universo é que elas tem sido realizadas de maneiras estanque e fragmentadas. Um dos objetivos dos conceitos estruturantes é conectar diferentes áreas do conhecimento e atribuir sentido a aprendizagem escolar. Através dessa metodologia passa a ser superada a fragmentação das disciplinas escolares fazendo com que elas passem a relacionar-se entre si através de um trabalho interdisciplinar.

Os conceitos estruturantes passas assim a superar a especialização das disciplinas escolares, articulando sempre mais de uma disciplina. Hernandez (1998) sugere o ensino através de ideias chaves, ou seja, através de conceitos construídos historicamente em cada área do conhecimento se organizando através de temas problematizadores. Para Pozzo (2000) inclusive os conceitos estruturantes ajudaram no estabelecimento de cada ciência. A explicação científica sobre as marés foi construída ao longo da história e passou por intenso debates até ser plenamente aceita, vale lembrar o duelo entre Galileu e Kepler sobre esse tema. Assim um conceito estruturante pode e

deve atravessar diferentes conteúdos das disciplinas escolares podendo até mesmo ser trabalhado na forma de projetos ou temas geradores envolvendo diferentes disciplinas. Os conceitos estruturantes possibilitam então ao aluno a compreensão a trajetória de uma determinada área científica a partir de conceitos que elas foram criando para explicar fenômenos ou questões específicas.

Pelo conceito estruturante, o aluno pode acompanhar as mudanças de rumos que levaram cientistas na construção de um conceito científico e até mesmo os conflitos e debates na explicação das ideias hoje normalmente aceitas. Assim a escola não passa somente a ser uma transmissora de fatos e conteúdos, onde o aluno é somente um depositário do saber. Mas a escola passa a ser um ambiente de um aprendizado significativo estimulando o senso crítico, o aluno por sua vez passa ter uma postura de intervenção e preservação do ambiente em que vive, pois é capaz de entender que sociedade, natureza, o planeta e o universo vivem uma relação intrínseca de interdependência. Alguns autores, como Hernandez, sugerem que o conceito estruturante é uma estratégia de trabalho interdisciplinar porque estaria ligado aos modelos explicativos das grandes áreas do conhecimento.

Esse tipo de abordagem ao aluno construir os seguintes tipos de análise: Questionar toda forma de pensamento único. Incorporar uma visão crítica. Introduzir opiniões diferenciadas. O professor que opta trabalhar por meio dos conceitos estruturantes não está preocupado com a necessidade de se passar o maior número de informações possíveis de determinada área do conhecimento, mas sua preocupação e objetivo principal é trabalhar um conceito estruturador que possa levar o aluno a aplicar o que foi aprendido em outras áreas do conhecimento e saber formular respostas diante de outro e qualquer problema do conhecimento escolar ou da realidade vivida. Até mesmo a escola poderá optar por trabalhar os conceitos estruturantes de cada área formando um mosaico amplo e completo para um currículo acadêmico comum a todas as áreas do conhecimento científico.

5.5 Trabalhando com Conceitos Estruturantes

É impossível que todo conhecimento seja aprendido na escola, uma boa parte dos saberes acaba sendo adquirido através de outros meios, seja através dos meios de comunicação ou através das interações pessoais. Como resultando disso, muitos dos conceitos científicos acabam sendo descaracterizados durante o processo de apropriação por parte do indivíduo. Ao se trabalhar com conceitos estruturantes, os alunos tem a oportunidade de acompanhar o levantamento de problemas e construção de solução que marcaram o desenvolvimento do dito conceito ao longo da história. Ao optar por se trabalhar com conceitos estruturantes, o educador passa a reconhecer que sua prática pedagógica mobilizará competências e habilidades em que tais conteúdos e conceitos possam ser concretizados como produto não apenas científico e acadêmico mas também sociocultural, desenvolvido por diferentes gerações ao longo do tempo.

Assim os conceitos estruturantes perpassam a própria área científica, e que podem fundamentar uma grande variedade de outros conteúdos. Frequentemente os conceitos estruturantes podem integrar projetos interdisciplinares, sendo trabalhado concomitantemente em diferentes disciplinas em sala de aula. Dentro do âmbito do ensino, trabalhar conceitos estruturantes visa facilitar um processo de aprendizado compatível com a ambição formativa integradora e não compartimentada. É fundamental, por isso, que o professor conheça os conceitos que estruturam sua disciplina e a relação destes com os conceitos estruturantes das demais disciplinas da sua área, a fim de conduzir o ensino de forma que o aluno possa estabelecer as sínteses necessárias para a aquisição e o desenvolvimento das competências gerais previstas para a área. Os conceitos podem ser considerados “as ferramentas com as quais executamos a ação de pensar” (Barbosa & Kohl 1999).

O conceito em si é o elemento estrutural do pensamento. Por meio dos conceitos promove-se a construção dos significados do mundo concreto, circundante, sensorial. Por meio deles, agrupamos categorias da realidade. A noção de conceito abrange, portanto, desde as ideias mais simples sobre as coisas até abstrações muito elaboradas e distantes do objeto concreto. Os conceitos são formados ao longo da história. Não se pode falar em conceitos absolutamente estáticos. Isso não significa que os conceitos sejam fluidos a ponto de os modificarmos da maneira que nos convém em determinada

situação; significa apenas que é necessário entender a gênese e a história dos mesmos. Os conceitos estruturantes são os conhecimentos de grande destaque que ajudam na identificação e organização do estudo de uma disciplina escolar, considerada fundamental para compreensão de seu objeto de estudo e ensino. Dentro do ensino de astronomia, as marés passam a ser consideradas um conceito estruturante por cumprir a prerrogativa de passar por um processo complexo de desenvolvimento ao longo da História. Na educação científica os conceitos estruturantes são construídos a partir da historicidade de conceitos científicos e visam superar a fragmentação do currículo no ensino, além de estruturar a disciplina frente ao seu processo de aceleração de especialização do seu objeto de estudo e ensino (LOPES 1999).

Deve-se considerar a relevância do conceito estruturante para o entendimento do mundo no atual período histórico em que foi desenvolvido. Assim o trabalho desenvolvido na sala de aula por meio dessa linha facilitará a integração conceitual dos saberes científicos na escola. Quando o educador faz uma intervenção direcionada no processo ensino-aprendizagem dentro do ensino de astronomia, em especial no ensino de marés. O estudante passa a compreender o real significado dos conteúdos científicos e escolares e do objeto de estudo das ciências do universo, visando uma aprendizagem realmente significativa para sua vida. É importante, tanto os professores, como a escola, mostrar ao aluno, a evolução histórica que para que se chegasse a um conceito científico atual como as forças de marés, utilizando meios que facilitem esse entendimento como materiais didáticos que possibilitem aos estudantes terem a percepção dos conceitos estruturantes como conceitos gerais que podem ser aplicados na resolução de problemas.

5.6 O Ensino de Astronomia Na Escola

O objetivo dessa pesquisa é promover o ensino de astronomia, através do entendimento das forças de marés como um conceito científico que tem um papel de destaque como conceito estruturante. Os professores precisam entender que o ensino de Astronomia nos ensinos fundamental e médio é importante para uma cultura científica ampla e completa dentro do aprendizado dos alunos. Por isso é fundamental fazer um

trabalho dentro de sala de aula que tenha uma direção, um foco e um planejamento. Pois fazer a transposição entre a ciência astronômica e a disciplina escolar nem sempre é fácil e muitas vezes acabam apresentando ao aluno uma ciência desfigurada e fora da realidade.

As Geociências e as Ciências do Universo são intrinsecamente multidisciplinar por serem formadas por diferentes áreas do conhecimento científico. Essas duas grandes áreas estão mutuamente ligadas através dos seus objetos de estudo, nesse caso a Terra e o Universo. As forças de maré como conceito estruturante abordado no ensino de astronomia, acaba tendo relações diretas com diferentes áreas das Geociências, em especial a Geografia Física, Geologia, a Oceanografia. A natureza transdisciplinar que envolve o ensino de astronomia está no fato de sua importância na construção da maior parte das sociedades humanas. A Astronomia enquanto ciência, por muitas vezes assumiu um papel de destaque nos debates com explicações naturalistas ao longo da História. Assim o ensino de astronomia por meio dos conceitos estruturantes, apresenta-se como meio para o ensino de várias outras ciências, inclusive as Geociências, inclusive sendo ponto de relação com outras áreas de saber como a História, a ética e a cidadania.

Em sentido contrário, o ensino de astronomia pode servir também como ponto integrador e convergente destas mesmas áreas do saber. Através do ensino de astronomia por meio de conceitos estruturantes o aluno acaba desenvolvendo o espírito crítico, a construção de soluções para problemas e uma postura ética diante do meio ambiente e da sociedade. A Astronomia é uma área que desperta o interesse, a curiosidade de diferentes públicos, a cada dia aumenta o número de grupos, associações ou clubes dedicados à Astronomia e o grande número de participantes nas inúmeras ações, cursos e atividades de comunicação. O interesse pelo estudo da astronomia é tão grande que ocorreu atividades desenvolvidas, com enorme adesão, por todo o mundo no Ano Internacional da Astronomia 2009. Uma das dificuldades encontradas pela Astronomia, como outras que tradicionalmente não constituem disciplinas escolares como as Geociências, continua a ser um problema para muitos professores de outras áreas do conhecimento que sem veem obrigado a ensinar conteúdos especificamente astronômicos devido as especificidade do currículo escolar.

Porém nos últimos anos, tem sido feito várias iniciativas para capacitar os professores com formação na área da Astronomia. Destacam-se os diversos mestrados dedicados ao ensino de astronomia (Mestrado Profissional em Ensino de Astronomia da

Universidade de São Paulo), os cursos creditados em diversos centros de formação, presenciais ou não; a disponibilização de variados recursos nacionais e internacionais levados a cabo por associações de divulgação de Astronomia. A própria comunidade de astrônomos tem assumido uma preocupação crescente na disponibilização de recursos a professores da educação básica. Uma das dificuldades ensino de astronomia na escola podem estar nas explicações científicas que exigem reflexão profunda especialmente num contexto de aprendizagem. Outra questão são que muitos dos conhecimentos científicos adquiridos na Astronomia estão sujeitos a revisões e atualizações próprias de uma ciência em constante evolução e o ritmo de execução/revisão dos manuais escolares acaba não acompanhando na mesma velocidade, colocando mais uma vez o professor numa delicada na hora de ensinar astronomia dentro da sala de aula. Assim é de extrema importância pensar programas curriculares bem definidos e fundamentados em conceitos estruturantes, assim como elaborar e disponibilizar material de apoio adequado ao aprofundamento dos conceitos e das repercussões dos mesmos.

5.7 Desafios de Ensinar Astronomia na Escola

A abordagem dos conteúdos astronômicos sem a devida contextualização proporcionar certa dificuldade nos conceitos centrais da Astronomia. Os estudantes ao concluir a educação básica apresentam ideias alternativas contrárias aos conceitos científicos trabalhados em sala de aula. Um exemplo é o conceito forças de maré, muitos estudantes relacionam As Marés a ação do vento, outros aos movimentos de rotação da Terra, uma outra parcela até chega a associar a influência da Lua mais não consegue entender como realmente acontece esse processo. A dificuldade de aprendizagem de um conceito científico acontece especialmente com aqueles que são frequentemente citados pela mídia.

É notório que as populações de cidades litorâneas frequentemente assistem relatos nos meios de comunicação sobre as forças destrutivas das Marés. Esse fato colabora em muito para não entendimento das causas e consequência desse fenômeno astronômico que se reflete sobre a superfície terrestre. Um pleno entendimento desse fenômeno por parte da população ajudaria não hora de construir e planejar o desenvolvimento urbano impedindo catástrofes naturais. A grande questão é que os conceitos astronômicos são ensinados sem uma estreita relação com seu processo histórico de construção.

Além disso, alguns conceitos fundamentais na área de Astronomia e que foram ou estão em um intenso debate na ciência atual são ensinados como conceitos prontos, fechados e acabados. Assim o aluno não é capaz de compreender os obstáculos encontrados ao longo da história na definição de um conceito. O que acaba gerando uma certa confusão ou uma aceitação generalizada sem questionamentos. Um exemplo disso foi a redefinição do conceito planeta que acabou por tirar Plutão da lista de planetas do Sistema Solar. Glagliardi (1986) afirma que os programas curriculares de muitas áreas científicas são muito amplos e que os alunos são capazes de memorizar somente nomes não adquirindo conceitos que poderiam dar continuidade ao processo de aprendizagem. Uma das formas que para que o conhecimento tanto das ciências do universo como da geociências possa acontecer de uma forma completa e integrada é utilização dos conceitos estruturantes já abordados anteriormente.

Os conceitos estruturantes podem ser considerados aqueles conceitos centrais que oferecem uma base sólida para uma área do conhecimento científico por tanto devem ser compreendidos com uma profundidade maior. Frequentemente alunos possuem uma concepção própria de um fenômeno científico, diferente daquelas aceitas pela comunidade científica, muitas dessas concepções próprias são construídas na infância mediante a vivência cotidiana ou segundo as tradições culturais. Essas concepções são chamadas de ideias prévias.

Por sua vez o ensino de astronomia, mas especificamente o ensino de marés deve ter como base uma abordagem interacionista no qual os conhecimentos são compreendidos através da construção de um conceito científico pela mediação do professor. O aluno é capaz de aprender pelo ativo envolvimento na construção do conceito, onde questiona e sugere possibilidade. Não sendo um mero receptor de uma descrição de uma realidade objetiva, mas tendo a capacidade de empreender a

construção de um conceito científico num curto período se comparado o processo longo e demorado que envolveu debates e diferentes cientistas ao longo da história.

5.8 Os Conceitos Estruturantes na História da Ciência

Uma das maneiras de melhorar o ensino é utilizando a história da ciência, realizando uma análise histórica do conhecimento científico e sua construção. Uma das possibilidades de estratégia é a utilização dos já explicados conceitos estruturantes da ciência e seu desenvolvimento histórico.

Segundo Gagliardi (1988) “os conceitos estruturantes são aqueles que permitiram e impulsionaram a transformação de uma ciência, com a elaboração de novas teorias, a utilização de novos métodos e novos instrumentos conceituais.”

O conceito forças de marés é um dos conceitos importantes da Astronomia, podendo de acordo com a proposta de Gagliardi, como um conceito estruturante, que ao lado de outros, como sistema solar, movimentos dos astros, fases da lua, origem do universo entre outros, foram fundamentais para o desenvolvimento da Astronomia. Atualmente, o conceito de forças de maré é introduzido, de um modo simplista e começou a se estruturar a partir da necessidade de explicação das mudanças observadas nos níveis dos mares e oceanos. Porém essa formulação muitas vezes foi alvo de disputas entre os cientistas da época, como o caso de Kepler e Galileu.

Galileu acreditava que as marés oceânicas eram resultados dos movimentos de rotação, que eram a real origem do fenômeno forças de maré. Por sua vez Kepler acreditava que a forças de mares tinha diversas consequências e que uma delas era a maré oceânica. Ele acreditava que a real causa dos fenômenos era a ação gravitacional da Lua, o que fez com que recebesse ácidas críticas de Galileu. Pois Galileu acreditava que Kepler estaria sendo influenciado por credices populares e não estaria fazendo uma genuína ciência. A evolução do conceito Forças de Maré nos fornece um bom exemplo “da natureza multidisciplinar da Astronomia onde se contrapõe a atividade manual com a intelectual, o microscópico com o macroscópico, o pragmatismo empírico com a especulação teórica” (Chagas, 1989).

É importante não nos esquecermos da provisoriedade dos conceitos, decorrente das modificações da Ciência resultantes dos avanços científicos. O ensino de Astronomia em todos os seus níveis, tem no conceito de forças de marés um dos pilares de sua sustentação. Esse conceito passa a ser considerado um dos “conceitos estruturantes” (Gagliardi 1988) desta ciência, capaz de fomentar ideias estruturadoras do pensamento e da atividade dos astrônomos. O ensino e a aprendizagem do conceito Marés tem revelado problemas relacionados à inadequada abordagem desse conceito, bem como outros conceitos das ciências do universo. Estes problemas justificam os resultados de investigações que mostram que muitos estudantes de diversos níveis escolares apresentam concepções errôneas sobre os fenômenos astronômicos bem diferentes daquelas aceitas cientificamente.

Entre os problemas identificados destacam-se: as dificuldades de articulação os níveis fenomenológicos e a forma de entender a profundidade e complexidade do conceito marés. Outra questão é complexidade envolvida na diferenciação entre os fenômenos terrestres e os fenômenos especiais e a não identificação de muitos fenômenos astronômicos como uma construção teórica e instrumental. (LOPES, 1992; JUSTI, 1998; MORTIMER; MIRANDA, 1995; SCHNETZLER; ROSA, 1998)

5.9 Objetivos dos Conceitos Estruturantes

O objetivo dessa pesquisa é analisar a importância para o aluno de se ensinar um conceito estruturante da astronomia, mas especificamente o ensino das forças de maré. Diversos autores evidenciam que mesmo tendo um avanço após passar por uma alfabetização científica, explicam os conceitos científicos ainda influenciados por ideias prévias do senso comum. No entanto para que o aluno deixe de recorrer às concepções alternativas do cotidiano, o seu processo de aprofundamento do conhecimento científico deve ser constante, ao ponto de conseguir utilizar o conhecimento científico para resolver situações problemas.

Precisa-se ter a conscientização de que nem todos os conceitos estudados no ensino de Astronomia terá grande influência para compreensão lógica dos estudantes da educação básica. A escolha dos conceitos que possuam maior impacto (conceitos estruturantes) nos permitirá reconhecer quais conceitos são fundamentais para compreensão, possibilitando a redução de uma quantidade de conteúdos expostos aos estudantes, diminuindo assim o impacto conteudista que muitas vezes é fatal no processo ensino aprendizagem.

Por outro lado, a dificuldade para descrever o fenômeno Forças de Maré como um processo integrado, evidência que muitos alunos ainda utilizam ideias aprendidas de forma literal e apresentam dificuldades de expressar de uma forma mais coerente com os significados científicos. Tal situação indica que eles, devem ter a oportunidade de interagir com o mesmo conhecimento em outros momentos em outras disciplinas escolares. Outro fato importante é a questão da formação dos professores que na maioria das vezes é deficitária na área de Astronomia e as barreiras disciplinares.

Como ciência astronômica não aparece como disciplina escolar, assim como as Geociências e mais especificamente a Geologia, ela depende principalmente de disciplinas escolares como “ciências” e Geografia no ensino fundamental e Geografia e Física no ensino médio. Porém praticamente essas disciplinas escolares não mantêm uma relação no momento de ensinar conteúdos astronômicos, fazendo com que a Astronomia chegue a escola fragmentada em pedaços sem uma relação de eficiência com a realidade. Vale lembrar a importância de um currículo organizado com base nos conceitos estruturantes (Gagliardi, 1986) da área científica em questão. O ensino de Astronomia, por meio do conceito estruturantes Forças de Maré e a vivência cotidiana de um ensino potencialmente significativo, ou seja, voltado para favorecer a aprendizagem significativa pelo aluno, permitirá que ele, ao longo de seu processo de escolarização, compreenda a natureza do conhecimento astronômico e das forças de maré mais especialmente e a relação entre ambos.

CAPÍTULO 6

AS MARÉS NA ESCOLA

6.1 Introdução

Ao participar da pesquisa “*As Marés na Escola – Sobre a Interdisciplinaridade de um fenômeno astronômico*” como professor-pesquisador, permite refletir e também buscar alternativas para o enfrentamento de muitos problemas educacionais que nos atinge diretamente, como por exemplo, estudar a partir de um fenômeno científico a vivência dos estudantes da educação básica. Trata-se de desafios que procuram resgatar e propor reflexões sobre a prática pedagógica do professor envolvido. Através da pesquisa tivemos a oportunidade de estudar e discutir coletivamente com os alunos sobre a nossa prática, torna-se assim, educador que passa a ter sua prática como objeto de pesquisa. Em outras palavras, dá a oportunidade ao professor de ser participante do saber que ele próprio elabora e reelabora a cada momento, refletindo sobre suas aulas e sobre o seu próprio processo de docência.

6.2 Início do Pesquisa

Buscamos trabalhar as atividades de maneira interdisciplinar e articuladas com o conteúdo curricular escolar da 6º ao 9º ano, construindo dentro delas a pesquisa individual do professor. Realizamos duas atividades em sala de aula, sendo a primeira o levantamento das ideias prévias e o segunda *a mediação do professor*, onde alunos e professor puderam entender a dinâmica e o processo do fenômeno astronômico chamado marés. Em sala de aula, diversas atividades contextualizadas foram desenvolvidas, aplicadas e trabalhadas interdisciplinarmente, uma vez que o levantamento das ideias prévias foi o norteador das nossas atividades. Veremos a seguir o andamento do pesquisa, com os alunos da 6ª ano “A” do Ensino Fundamental II.

O caminho percorrido foi definido desde o início do processo de formação dessa pesquisa no início do MPEA em 2013. Tenho trabalhado muitos anos no ensino Fundamental II, sempre procurei discutir sobre a importância de se trabalhar conceitos científicos com alunos do ensino fundamental, seja nos intervalos, conselhos de classe e até mesmos nos horários de JEIF. Com a aplicação da pesquisa na escola, não tardou surgir as afinidades entre os alunos e o interesse em se aprender mais sobre astronomia, que indiretamente já acontecia desde 2016 quando foi realizada a I Semana de Astronomia na Escola.



Fig. 21 Semana de Astronomia na Escola: Abertura do Evento.



Fig. 20 Semana de Astronomia na Escola: Palestra sobre Exoplanetas.

Dessa forma, quando houve a preparação dos alunos que participariam da pesquisa, partindo dos moldes da academia, que foi organizada em duas etapas: Surgiam assim, os primeiros esboços de atividades que pretendíamos aplicar no ano seguinte, pois no ano anterior realizamos a I Semana de Astronomia Na Escola, em que os alunos deveriam apresentar seminários sobre diversos temas astronômicos. No levantamento das ideias prévias os alunos puderam aprender e criar questionamentos desenvolvendo a capacidade crítica. Na mediação do professor em sala de aula, tivemos a oportunidades de vivenciar diferentes aspectos das marés para estudar as marés nas notícias, as marés no cotidiano, a relação com os astros do Universo e Riscos Ambientais da alteração do nível das marés. As aulas eram mediadas com o auxílio de imagens e vídeos no laboratório de informática, para um estudo mais aprofundado. Teve atividades baseadas em pesquisas em casa e sempre que isso acontecia, eu professor de Geografia do Ensino do Fundamental da Escola, tinha a tendência em retomar com os alunos o que havia sido pesquisado como forma de potencializar o processo de ensino e aprendizagem em sala de aula, haja vista que a cada atividade aprendida, procurava-se discutir como poderíamos aplicar os conceitos aprendidos no cotidiano. Logo após as aulas, procurávamos repensar como poderíamos articular e como contextualizar para facilitar na aprendizagem dos alunos. Essas discussões eram comuns.

Optamos por dividir os alunos em subgrupos buscando, através de afins metodológicos e concepções de saberes, uma ação reflexiva que fosse produzindo um processo interdisciplinar de ensino aprendizagem. Esta construção teve como dinâmica novas ações em sala de aula na disciplina Geografia. Durante o levantamento das ideias prévias os alunos foram divididos em grupos para debaterem entre si sobre o fenômeno das marés, objetivou-se a troca de experiências na construção de um conceito. Colocamos em prática as atividades propostas e elaboradas, assim como, as atividades de sala de aula que permeou toda essa pesquisa.

Professor e orientador, buscaram se reunir semanalmente, muitas vezes, para rever o que havia sido aplicado, como iríamos proceder nas demais atividades e que ajustes seriam necessários. Discutiu-se também as dificuldades geradas nas relações de ensino aprendizagem, as angústias, as indagações e as inquietações, que também foram motivos de discussões nestas reuniões, haja vista, que se tratava de um momento muito especial. Era um professor de uma escola pública de São Paulo que tentava trabalhar com conceitos astronômicos com alunos de periferia, diversos foram os debates que resultaram na construção de novos conhecimentos.

Semanalmente, nos momentos de orientação foram trazidos subsídios teóricos e práticos, além de analisar as atividades da sala de aula, assim como a preparação das etapas realizadas. Essa pesquisa de Ensino de Marés em Sala de Aula é uma novidade na escola e para os alunos, de extrema importância, por que sabemos que a escola pública é deficitária de projetos e atividades que tenham significância para a ciência e a educação. Essa pesquisa foi singular na EMEF Sparapan, seja quanto ao espaço de discussão com os alunos ao trabalhar na disciplina Geografia conceitos relacionados com a Astronomia e resultando numa ótica interdisciplinar.

6.3 A Escolha das Turmas

Procuramos escrever esse texto como um relato da minha própria experiência como professor pesquisador. Comecei a observar os alunos das quatro turmas que foram selecionadas em nossa escola, cada turma escolhida pretendia-se que fosse uma representação de cada ano. Eu tinha a preocupação de não excluir nenhum ano do ensino fundamental. Procurávamos buscar uma alternativa que se aproximasse dos objetivos da pesquisa, sendo um deles, entender melhor a dinâmica do ensino de marés numa sala de aula.

Resolve-se aplicar um questionário⁵. Este tinha como propósito conhecer melhor os alunos, uma vez que, gostaríamos de entender os conceitos espontâneos trazidos pelos alunos. Optamos por um modelo de questionário que procurasse conhecer o entendimento dos alunos sobre determinado conceito científico, isso significa também conhecer um pouco da sua realidade e um pouco do seu perfil sócio econômico que explicaria o fato de uma parte dos alunos não conhecerem a praia. Aplicamos então os questionários, com o objetivo de buscar os diferentes níveis do ensino fundamental para saber se isso implicaria no entendimento do fenômeno das marés.

Ao estarmos de posse desses dados, estávamos convictos de nossa escolha, resolvemos então buscar imagens que levantassem questionamentos dos alunos a cerca do tema pesquisado. O maior exemplo, foi em usar imagens que contrastavam claramente as marés alta e baixa, trabalhou-se por aproximadamente duas aulas. Resolvemos, então, observar a receptividade desta atividade pela turma. Nota-se que

⁵Intitulamos este questionário como “ATIVIDADE SOBRE MARÉS – Levantamento de Ideias Prévias”. O mesmo encontra-se anexo.

foi muito bem aceito. Não demonstraram e nem se intimidaram diante do novo, pelo contrário, mostraram-se engajados e curiosos diante dessa atividade com imagens. Outro ponto importante observado é relativo a conhecimentos básicos como a leitura e a escrita.

Com essa perspectiva, os questionamentos contribuíram para desvendar à realidade do fenômeno e evidenciou compreensões para a construção do conhecimento mediado pelo professor, a partir da realidade do aluno. Dessa forma, como professor de Geografia titular das turmas, escolhi trabalhar com as turmas do 6º ao 9º ano, onde buscamos aplicar as atividades já elaboradas e outras que surgiram no decorrer da aplicação da pesquisa. Acreditamos que assim foi o início de um ensino prático, uma que está sendo construído na escola.

6.4 Os Objetivos dessa Pesquisa

- Partir da proposta geral desenvolvida orientando e orientador da pesquisa para as atividades interdisciplinares a serem aplicadas com alunos.
- Utilizar os conhecimentos adquiridos durante as disciplinas do MPEA, para elaboração de atividades com alunos.
- Partir da realidade terrestre, considerando-o como objeto de estudo, para que os alunos entendam as relações entre a Terra e o Universo e os impactos causados, buscando desenvolver os conteúdos de maneira interdisciplinar.

Objetivos específicos:

- Propor através do ensino de astronomia o reconhecimento do fenômeno astronômico como tendo consequências para a realidade do aluno e do seu entorno, para assim, contextualizar o conteúdo escolar, com atividades interdisciplinares fundamentadas na educação astronômica.

6.5 Metodologia e as Etapas de Realização da Pesquisa

Para a elaboração da abordagem metodológica buscamos nos basear em Panzeri (2006), por que entendemos que esta pesquisa nos aponta para a metodologia da pesquisa-ação, por permitir envolver enquanto formador para uma ação educativa e também para atividades produtoras de conhecimentos. A escolha deste procedimento constitui-se pela opção do propósito da pesquisa em estabelecer uma prática onde professores e alunos aprendam elaborar saberes e conhecimentos socialmente relevantes e que os levem a conscientização e proponham a transformação dos envolvidos no conhecimento da ciência astronômico.

Barbier (2002), afirma que a relevância da pesquisa-ação consiste numa abordagem em espiral, pois os avanços implicam em efeitos recursivos em função de uma reflexão permanente na e sobre a ação, dessa forma toda a ação da origem a um crescimento no espírito da pesquisa: *“(...) na ação, o pesquisador passa e repassa seu olhar sobre o objeto, isto é, sobre o que vai em direção ao fim de um processo realizando uma ação de mudança permanente. Seu objeto constantemente lhe escapa, arrastando pelo fluxo da vida”* (Barbier 2002).

Acreditamos, portanto, que a escolha deste método nos concebe como um auxílio para as estratégias que serão desenvolvidas, principalmente por lidarmos com a realidade e possíveis imprevistos no cotidiano escolar.

Abordagens metodológicas da pesquisa-ação:

A abordagem metodológica ao qual nos propomos está assentada nas ideias em espiral, a partir das discussões de Kemmis e Wilkinson (2002) que descrevem a espiral de ciclos auto reflexivos. São eles:

- Planejamento de uma mudança;
- Ação e observação do processo e das consequências da mudança;
- Reflexão sobre esses processos e suas consequências;
- Replanejamento, e assim por diante.

Esses estágios muitas vezes não se apresentam de forma tão organizada, mas se é possível perceber que a sobreposição deles ou os planos iniciais muitas vezes, torna-se, ultrapassado frente ao aprendizado a partir da experiência. Os autores destacam que:

“Na verdade, o processo é provavelmente mais fluido, aberto e sensível. O critério para avaliar o sucesso da pesquisa-ação não se trata de os participante terem ou não seguido os passos fielmente, mas se eles têm um senso definido e autêntico do desenvolvimento e da evolução de suas práticas...”.(Kemmis e Wilkinson 2002)

Elliot (1990) também ressalta a importância do grupo para o professor, tanto em seu processo e desenvolvimento profissional quanto na busca de meios para enfrentar e resolver os problemas de sua prática profissional. Para ele, pela pesquisa da própria prática, o professor amplia e enriquece a sua bagagem comum de conhecimentos de todos os “práticos” da educação, desde que seja compartilhada em instâncias coletivas de trabalho. Sendo assim, as concepções de valorizar a atividade do professor e apoiá-lo na adoção de uma prática reflexiva, o faz transcender os muros da escola, pois permite envolvê-lo de tal maneira que o leva a participar das lutas pela transformação social o qual está inserido.

6.6 A Interdisciplinaridade

Nesta pesquisa procurou-se trabalhar interdisciplinarmente, o que foi fundamental para o nosso avanço teórico-metodológico, como professor- pesquisador. Os encontros de orientação foram responsáveis por desenvolver o trabalho interdisciplinarmente, por que nele discutimos:

- A definição dos temas a serem trabalhados na disciplina Geografia,
- As nossas dificuldades, fragilidades, etc;
- As reflexões sobre os nossos erros e acertos em sala de aula;
- Direcionamento para os pontos comuns a serem atingidos;
- O compartilhar e também a socialização das atividades realizadas e por fazerem.

Diversas atividades foram propostas que envolviam diversas áreas do conhecimento, mas especialmente em Geografia, a partir das atividades de Astronomia

em sala de aula. De acordo com Japiassu (1976), existem vários tipos de interdisciplinaridade, e com as quais concordamos, pois entendemos que o nosso trabalho se insere no que ele define como interdisciplinaridade estrutural que é aquela na qual determinada área de estudo interage trocando informações para que, ao se estudar determinado problema, há a convergência destas áreas de estudo, envolvidas na busca de ações eficazes para a solução deste problema.

Para Pierson (2000), construir a disponibilidade para o interdisciplinar não significa privar especialista de seus conhecimentos e da visão de sua área, mas sim permitir que ele aprenda a respeitar visões diferentes da sua e, ainda que encontrando dificuldades, busque uma percepção mais integrada – uma vez que o confronto e a interpenetração das diversas interpretações em jogo é uma condição necessária para uma melhor compreensão do objeto a ser estudado. Para que se estabeleça diálogo e este ultrapasse a superficialidade, as trocas entre especialistas no interior do projeto devem prever a constante negociação dos pressupostos epistemológicos e metodológicos e até mesmo metafísicos, que orientam a busca comum.

A partir destes conceitos, entendemos que esta preocupação em trabalhar interdisciplinarmente nos revela que quando isso acontece, alunos e professores fortalecem seus relacionamentos e passam a cuidar do ambiente escolar e a se interessar pelo que acontece fora dele (mostram a parentes, vizinhos e amigos que fazem parte do planeta). Além disso, as experiências que obtivemos nas mais diversas atividades trabalhadas em parcerias com outras áreas do conhecimento, somente foram possíveis através de profundo estudo metodológico.

6.7 A Fundamentação Teórica

Para realização deste estudo, procurou-se defender uma posição sócio interacionista do processo de ensino aprendizagem, a partir do qual concordamos que o contato entre o conhecimento espontâneo e o científico, emerge o conhecimento escolar construído através do movimento de interação dialética entre o conhecimento

historicamente construído e o conhecimento espontâneo que está dentro de nós através da experiência e vivência pessoais.

É através dos conceitos científicos que a conscientização e o controle entram nos domínios dos conceitos do cotidiano. A esse respeito, Vygotsky postulou que os conceitos científicos crescem dentro do cotidiano, estendendo-se ao domínio da experiência pessoal, adquirindo significado e sentido. Ao assimilar o significado de uma palavra o homem está dominando a experiência social. No entanto, essa depende da individualidade de cada um. É essa individualidade que faz com que uma mesma palavra conserve ao mesmo tempo, um significado compartilhado por diferentes pessoas e um sentido todo próprio e pessoal para cada um.

O sentido de uma palavra depende da forma com que está sendo empregado, isto é, do contexto em que ela surge. O seu significado, no entanto, permanece relativamente estável. É formado por enlaces que foram sendo associado à palavra ao longo do tempo, o que faz com que se considere o significado um sistema estável de generalizações, compartilhado por diferentes pessoas, embora com níveis de profundidade e amplitude diferentes.

As atividades desse tipo nos permitem fazer reflexões acerca da teoria de Vygotsky (1988) sobre a *"Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), ...é a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas; e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes"*.

Dessa forma a abordagem sócio interacionista proposta por Vygotsky vem ao nosso encontro porque nos permite construir conceitos e colocá-los em prática com os nossos alunos e que para nós também é um desafio. Para realização deste estudo, procuramos defender uma posição sócio interacionista do processo de ensino aprendizagem, discutindo a importância das ideias prévias dos alunos, do papel mediador do professor na construção do conhecimento sobre o ambiente, destacando assim o seu olhar para sua realidade. No entanto, descrevemos abaixo, uma síntese destas e outras considerações teóricas metodológicas.

6.8 As Aulas de Geografia

O ensino da Geografia deve servir ao aprimoramento da tarefa do professor de Geografia que avance a partir de uma abordagem atualizada do ponto de vista da ciência Geográfica e da prática pedagógica. O conhecimento científico, como um todo é uma construção humana e um produto histórico; portanto, expressão de sua época.

Portanto uma ciência repetitiva é uma ciência estagnada e todo trabalho pedagógico repetitivo é conservador e limitado diante das transformações sociais. Para um ensino de qualidade, é fundamental uma adoção de uma perspectiva metodológica que traduza o compromisso com os avanços da ciência geográfica e com práticas pedagógicas renovadas, correspondentes com as possibilidades do momento histórico atual. Esta pesquisa relata a construção de um conceito astronômico, com alunos da 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental, a partir de uma abordagem interdisciplinar envolvendo alunos de diferentes turmas. Neste estudo o professor optou por atuar como mediador na construção do fenômeno maré e no desenvolvimento das atividades. Foram analisados desenhos e respostas.

A atividade escolhida foi o uso de imagens sobre as marés após o levantamento das ideias prévias. Essa atividade objetivava o entendimento de que as marés é um fenômeno dinâmico. É resultado da interação do Sol, da Lua e da Terra, e que só pode ser plenamente entendido pela atuação dos vários de vários astros. Foi trabalhado desde uma visão global, onde as marés ocorrem em diferentes partes do mundo e é um elemento do sistema Terra; ao local, procurando conhecer as especificidades das marés da praia de Santos, onde muitos alunos estavam acostumados a visitar.

Durante uma semana os alunos deveriam observar e analisar a dependência entre o Sol, a Lua e a Terra como importantes para origem e manutenção das marés oceânicas. Além de observarem também a atuação de diferentes fenômenos. A partir da segunda semana foram trabalhadas outras atividades que prepararam os alunos para o entendimento do fenômeno das marés. Essas atividades foram importantes e vistas como imprescindíveis na produção do conhecimento. Buscou-se, nesse trabalho, atribuir possibilidades que as atividades propiciam no processo de aprendizagem e na construção do conhecimento dos alunos, evidenciando o conteúdo marés, que é estudado no ensino fundamental. Para Curvello e Santos (1993), o processo de aprendizagem de um conteúdo, deveria ter experiências concretas que levassem o aluno à construção gradativa do conhecimento, a partir de um fazer científico.

Enquanto que na primeira semana foi trabalhada a atividade com o uso de imagens que buscava levar o aluno o entendimento de que as marés envolvem vários fenômenos da Astronomia, na segunda semana foi trabalhada a atividade aula mediada sobre a posição dos astros e sua relação com os diferentes tipos de maré. Através dessa atividade os alunos teriam oportunidade de conhecer os processos de formação das marés, identificar os diferentes tipos de marés (maré de sizígia, maré de quadratura). Conhecer os diferentes tipos de relações das marés com outras áreas de conhecimento. Outras duas atividades que foram trabalhadas, foram a construção de respostas e a elaboração de desenhos. A construção desses conceitos em salas de aula, possibilitou a intervenção e atuação dos alunos na construção das respostas. Enquanto as outras disciplinas aplicavam e trabalhavam “atividades tradicionais”, as aulas de Geografia davam suporte teórico dos conteúdos astronômicos que envolviam o ensino de marés. Nas aulas que envolviam as imagens – debates sobre as marés foi construído interdisciplinarmente, pois estudos de Astronomia os alunos tiveram a oportunidade de conhecer conceitos como as marés, envolvendo áreas como Geografia, Geologia, Oceanografia e Ecologia.

6.9 O Ensino de Marés nas Aulas de Geografia

O ensino das marés, mais especificamente: espaço x fenômenos, visam à construção da aprendizagem do educando de forma articulada com os problemas existentes da realidade. Dessa forma, deve servir ao aprimoramento da tarefa do professor que avance a partir de uma abordagem atualizada da maneira de ensinar e da sua prática pedagógica. Das muitas considerações que D’Ambrosio (1993) tece a respeito das novas exigências postas ao professor, há uma bastante promissora como fator de melhoria na qualidade de ensino. Contudo trata-se do novo papel que esse professor terá de assumir: o de “docente pesquisador”(D’Ambrosio 1993).

Sendo assim, a pesquisa se propôs a partir da exploração dos objetos do mundo físico desenvolver a partir do ensino de marés a visualização e a percepção espacial. E também compreender e resolver situações-problema de maneira que o aluno possa apropriar-se dos significados para entender o local onde vive e aplicá-los em novas

situações. Nesse contexto, as orientações teóricas da abordagem sócio histórica cujo valor para a aprendizagem pode ser mais facilmente demonstrado é, exatamente a que enfatiza a importância de se trabalhar o sentido e o significado dos conceitos. A importância na educação astronômica com ensino contextualizado ganha ênfase.

Coerente com os defensores dessa ideia, essa pesquisa procura a estrita relação entre a construção/aquisição do conhecimento e o ensino contextualizado. Como pesquisador Janvier (1991) afirma acerca do uso de esquemas, desenhos e representações como meios capazes de facilitar a compreensão, ou seja, a representação das formas do espaço físico através de representações, seleção de instrumentos adequados para a representação. Esses temas desempenham papel importante, por mostrarem claramente ao aluno a utilidade do conhecimento astronômico no cotidiano.

Dessa maneira, o ensino de marés proposto, com a realização de um estudo dentro de sala de aula, como procedimento metodológico, foi de fundamental importância na aprendizagem. Através do reconhecimento da experiência do aluno, permitindo um estudo da realidade, para assim, contextualizar o conteúdo escolar, com atividades interdisciplinares fundamentadas na educação astronômica e ambiental. O ensino de marés, desenvolvido nas atividades articulada com a realidade, ofereceu ao aluno a oportunidade de transformar a informação em conhecimento. A construção do conhecimento foi articulada e organizada com a realidade, de modo que se conduzam à compreensão dos significados dos temas estudados.

6.10 A aplicação das Atividades

As atividades desenvolvidas nas aulas de Geografia, voltaram-se para as produções de respostas diante das duas atividades concebidas, tendo como principal objetivo, despertar nos alunos o olhar para as questões astronômicas. A leitura e a pesquisa no laboratório de informática sobre o tema das marés ocupou lugar privilegiado possibilitando aos alunos maior compreensão da interferência dos fenômenos astronômicos na Terra. Os estudos em sala de aula por te sido o eixo

norteador de todas as atividades realizadas, permitiu que esses alunos observassem também os problemas relativos aos impactos das marés.

As atividades produzidas pelos alunos é uma continuidade do ato de pesquisar, pois escrever é um processo de construção. Por isso é muito difícil para o aluno escrever sobre o assunto sobre o qual ele não tem nenhum conhecimento. Portanto quanto maiores experiências em conhecimento do fenômeno ele tiver, mais fácil será o processo de criação textual. Por essa razão, conhecer o fenômeno as marés foi tão enfatizada e os estudos permitiram que tais produções fossem realizadas com maior êxito.

As atividades práticas nos deram a oportunidade de investigar as ações que envolvem os alunos e a sala de aula como um todo, propiciando também avaliar a problemática do processo ensino aprendizagem, especificamente, o tema as marés dentro do ensino de Astronomia na educação básica. Essa preocupação se faz pertinente dado que a nossa escola, situa-se no bairro Jardim São Luís, na zona sul de São Paulo, área de extrema vulnerabilidade. Como a maioria dos nossos alunos moram em áreas com perfil econômico baixo, tornou-se esta pesquisa um objeto de estudo, que possibilitasse que crianças expostas a situações de vulnerabilidade pudessem entender um fenômeno científico que influencia a questão ambiental.

Não podemos deixar de citar que um de nossos objetivos nesta pesquisa é o de integrar nosso aluno à realidade dos conhecimentos astronômicos e a realidade a partir da ótica da comunidade escolar. Essa realidade em parte apreendida por intermédio das percepções e dos relatos dos nossos alunos nas atividades propostas. Para Compiani & Carneiro (2007), a atividade prática proporciona um excelente ambiente de ensino, e, sendo bem trabalhado, é capaz de questionar a sala de aula tradicional, em que o professor assume uma postura mais distante/inacessível. As atividades práticas o qual esta pesquisa está assentada foram os questionários de levantamento de ideias prévias e o conhecimento mediado. O levantamento de ideias prévias ocorreram na primeira semana e o conhecimento mediado na segunda semana.

O *levantamento de ideias prévias* tem como objetivo despertar o interesse dos alunos para um dado problema ou aspecto a ser estudado. O objetivo é despertar a curiosidade e o interesse do aluno para a disciplina ou o curso. A atividade prática é centrada no aluno, valorizando a experiência de cada um e os seus questionamentos (Compiani & Carneiro, 1993). O *conhecimento mediado* procura estimular e despertar o olhar do aluno guiando-o para uma sequência dos processos de observação e

interpretação. É construir uma ideia. O professor atua como mediador fornecendo condições para que o aluno entenda o estudo em questão. Cabe a ele, professor, inclusive apresentar questões para resolução, conduzindo estes alunos para determinados resultados. Ressaltamos que ao realizarmos este estudo específico, fizemos uso de imagens e vídeos, assim como fotos de marés de diferentes lugares, porque acreditamos que quando associamos esses recursos, os estudos ganham amplitude e complexidade. Dessa maneira, a atividade prática tornou-se fundamental, por ter sido norteador das nossas atividades no decorrer deste ano.

6.11 A Questão Central

O tema de estudo foi às marés. Mas a pergunta central que queríamos entender era: Como ensinar um fenômeno científico para alunos do ensino fundamental? Neste ano os alunos do 6º ao 9º ano realizaram algumas atividades sobre o tema as marés, sendo aplicadas duas atividades em sala de aula intituladas levantamento de ideias prévias e conhecimento mediado. A ideia de trabalhar o tema marés numa escola pública de São Paulo ocorreu no primeiro semestre de 2016 e o planejamento no segundo semestre do mesmo ano.

No laboratório de informática os alunos tiveram a oportunidade de assistirem imagens sobre as marés que foram utilizadas para despertarem o interesse pelo assunto. No primeiro contato com o tema que aconteceu no *primeiro semestre*, os alunos foram questionados sobre o tema das marés. Como esta primeira aula era *motivadora*, elaboramos questionamentos para que os alunos respondessem, de maneira que os motivasse a despertar o seu olhar para este fenômeno, principalmente conhecer o processo de debates e questionamentos que envolvem a construção de um conhecimento científico, não deixando de ter como referência os elementos do cotidiano.

Em outras palavras, neste semestre foi justamente escolhido este tipo de aula, por que entendemos que para despertar o interesse dos nossos alunos, as observações de diferentes olhares aplicados em sala de aula com atividades contextualizadas, os

tornariam capazes de conceituar os aspectos a princípio apenas observados nas imagens. Esse estudo também possibilitou que os alunos compreendessem a importância da educação em Astronomia como um todo. Na *segunda aula*, após a aplicação das atividades e de desenvolver os conteúdos astronômicos, necessários à formação de conceitos vistos nas imagens, retornamos ao conceito para novo estudo sob o tema: *Atividades sobre as marés*. Porém, esse estudo na aula denominado *aula indutiva*, tem características diferenciadas do primeiro, pois agora os alunos já possuem um conhecimento mais aprofundado, e isso facilita as conceituações das diferentes áreas interligadas, proporcionando assim, análises e conclusões mais complexas.

A aula *indutiva* procura estimular e despertar o olhar do aluno guiando-o para uma sequência dos processos de observação e interpretação. Neste estudo em específico é o de construir uma ideia de como o processo de formação das marés. O professor procurou atuar a todo instante como mediador, fornecendo pistas, ou seja, condições para que eles entendessem a relação direta com o mundo real fisicamente presente. Sabemos que as relações são é mediada pelos signos e internalizada pelos elementos que representam o mundo, no caso do estudo desse tema a mediação fornece condições para que o aluno entenda a Astronomia através do fenômeno das marés.

Em outras palavras, o professor apresentou questões para resolução e procurou conduzir os alunos para atingir os resultados. Contudo, trabalhou de forma interdisciplinar desde a elaboração, confecção e a realização das atividades em sala de aula, permitindo um estudo minucioso do fenômeno das marés, ajudando inclusive a identificar e discutir os problemas ambientais. Dessa maneira, o tema maré, tornou-se norteador das atividades, onde os alunos tiveram a oportunidade de observar e constatar conceitos que foram trabalhados e discutidos em sala de aula e vice-versa, pelo professor, para melhor desenvolvimento do processo ensino e aprendizagem.

6.12 Resultados Obtidos

1. Respostas da atividade das marés: *Ideias prévias (ver anexos)*

Atividades: Respostas dos alunos em sala de aula

1ª pergunta: Você já teve a oportunidade ir a praia?

Não!

Aluno 6º ano: Kaique da Silva Sousa

Sim, meu avô tinha alugado uma casa perto da praia.

Aluno 6º ano: Laila Cristina Lima dos Santos

Sim, minha mãe já me levou.

Aluno 7º ano: Samuel Pablo

Não, porque nem meu pai e minha tem carro para eu ir para a praia.

Aluno 7º ano: Johnny Fidelis

Sim, já fui com minha família junto com o amigo do meu pai.

Aluno 8º ano: Thais Belarmino

Não!

Aluno 8º ano: Diogo Gonçalves Soares

Sim, já fui uma vez com minha mãe, meus dois irmãos e um amigo da minha mãe que levou a gente de carro.

Aluno 9º ano: Vitória Rodrigues Albuquerque

Não!

Aluno 9º ano: Ingrid Santos

A ideia da pergunta 1 era saber se o fato do aluno não ter a experiência física de não conhecer o fenômeno marés poderia dificultá-lo a entender o que era e como eram formados as marés. E também saber se os que já tinham a experiência de conhecer compreenderiam mais fácil.

2ª Pergunta: O que são as marés?

Não sei!

Aluno 6º ano: Kaique da Silva Sousa

São as águas que chegam na areia e ficam indo e voltando várias vezes. Eu acho!

Aluno 6º ano: Laila Cristina Lima dos Santos

Não sei, nunca ouvi essa palavra.

Aluno 7º ano: Rodrigo Junior

Não sei, acho que tem haver com as águas.

Aluno 7º ano: Johnny Fidelis

Não tenho certeza. É a altura da água que pode acontecer por causa das estações.

Aluno 8º ano: Thais Belarmino

Marés são ondas!

Aluno 8º ano: Diogo Gonçalves Soares

Eu acho que são mini ondas quando o mar fica agitado.

Aluno 9º ano: Vitória Rodrigues Albuquerque

Marés são os níveis de água da praia!

Aluno 9º ano: Ingrid Santos

Observa-se que a maioria dos alunos não tem a mínima noção do que se trata o fenômeno marés. Alguns nem mesmo ouviram falar na palavra maré, enquanto outros associavam as marés com as ondas oceânicas.

3ª Pergunta: Como as marés afetam a vida das pessoas?

Não sei!

Aluno 6º ano: Kaique da Silva Sousa

Não sei.

Aluno 6º ano: Laila Cristina Lima dos Santos

Não sei o que é maré.

Aluno 7º ano: Rodrigo Junior

Não sei, porque nunca vi uma maré.

Aluno 7º ano: Johnny Fidelis

Acho que ela tem alguma coisa haver com o clima.

Aluno 8º ano: Thais Belarmino

Elas afetam por causa das ondas!

Aluno 8º ano: Diogo Gonçalves Soares

Não sei.

Aluno 9º ano: Vitória Rodrigues Albuquerque

Sem resposta da aluna!

Aluno 9º ano: Ingrid Santos

A grande maioria dos alunos não sabia ou tinha ideia de como as marés afetam a vida humana. Uma parcela dos alunos associavam as marés ao clima e as estações do ano. Isso demonstra que nenhum tipo de conteúdo de Astronomia foi introduzido nas séries iniciais ou foi introduzido de uma forma fragmentada.

4ª Pergunta: O que causa as marés?

Não Sei!

Aluno 6º ano: Kaique da Silva Sousa

Não Sei!

Aluno 6º ano: Laila Cristina Lima dos Santos

Não Sei!

Aluno 7º ano: Rodrigo junior

Não Sei!

Aluno 7º ano: Johnny Fidelis

Pode ser alguma para proteger os animais aquáticos.

Aluno 8º ano: Thais Belarmino

Quando a água fica agitada e acaba produzindo as ondas.

Aluno 8º ano: Diogo Gonçalves Soares

São causadas pela agitação do mar.

Aluno 9º ano: Vitória Rodrigues Albuquerque

São os ventos e força da Lua.

Aluno 9º ano: Ingrid Santos

A maioria das respostas demonstram que os alunos não fazem nenhuma alusão das marés como um fenômeno astronômico. Os poucos alunos que associavam as marés aos oceanos, tinha ideia de que as marés tinha haver os efeitos climáticos como os ventos ou imaginavam se tratar de ondas.

4ª Pergunta: Existe alguma relação entre marés, o Sol e a Lua?

Não Sei!

Aluno 6º ano: Kaique da Silva Sousa

Não Sei!

Aluno 6º ano: Laila Cristina Lima dos Santos

Acho que sim, talvez um pouco com a Lua.

Aluno 7º ano: Samuel Pablo

Não Sei!

Aluno 7º ano: Johnny Fidelis

Sim, não sei qual, mas existe.

Aluno 8º ano: Thais Belarmino

Não.

Aluno 8º ano: Diogo Gonçalves Soares

Acho que sim, dependendo do Sol e da Lua o mar pode ficar mais agitado.

Aluno 9º ano: Vitória Rodrigues Albuquerque

Sim.

Aluno 9º ano: Ingrid Santos

Os alunos quando induzidos a relacionar o fenômeno marés com o Sol e a Lua, não conseguiram fazer essa relação. Alguns, talvez tinham uma noção distante de que a Lua deveria ter alguma relação mais não conseguiram determinar qual era essa relação. A aplicação dessa atividade demonstrou que os alunos não tinham noção do que se tratavam as marés e muito menos tinha noções de Astronomia. Uma análise mais completa dos dados será brevemente submetida a publicação (de Souza, Santos & Lima 2017).

PRIMEIRA ETAPA: LEVANTAMENTO DE IDEIAS PRÉVIAS.

P1) Você já teve a oportunidade de ir à praia?

P2) O que são as marés?

P3) Como as marés afetam a vidas das pessoas?

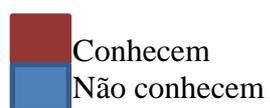
P4) Qual é a causa das marés?

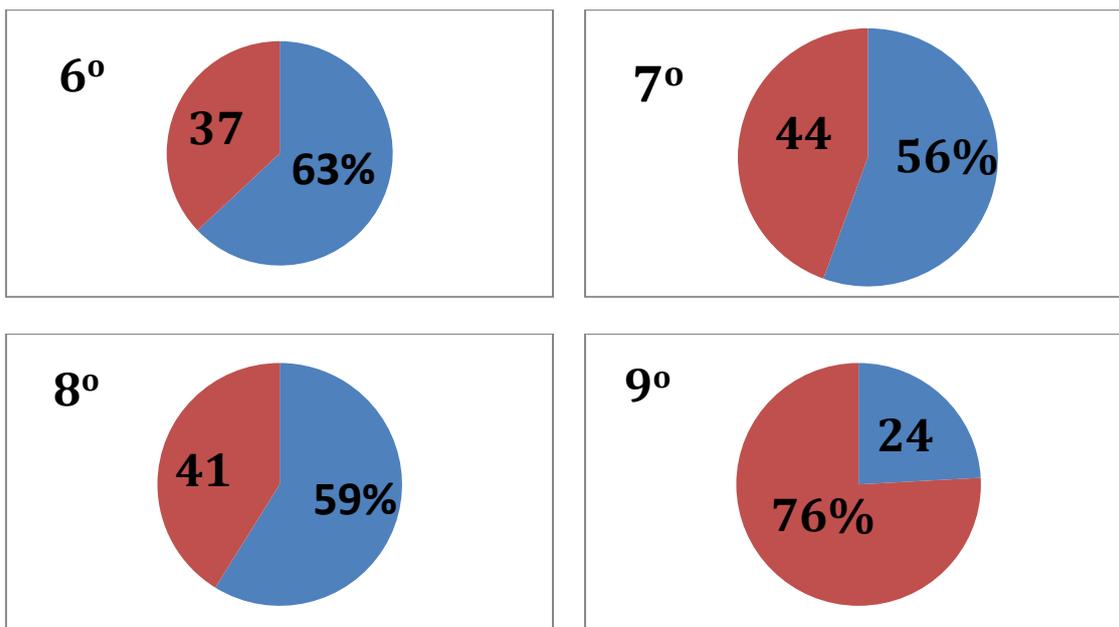
P5) Existe alguma relação entre as marés, o Sol e a Lua?

P1) NÚMERO DE ALUNOS QUE CONHECEM A PRAIA

PRAIA	CONHECEM	NÃO CONHECEM	TOTAL
6 ^o	10	17	27
7 ^o	12	15	27
8 ^o	14	20	34
9 ^o	22	7	29

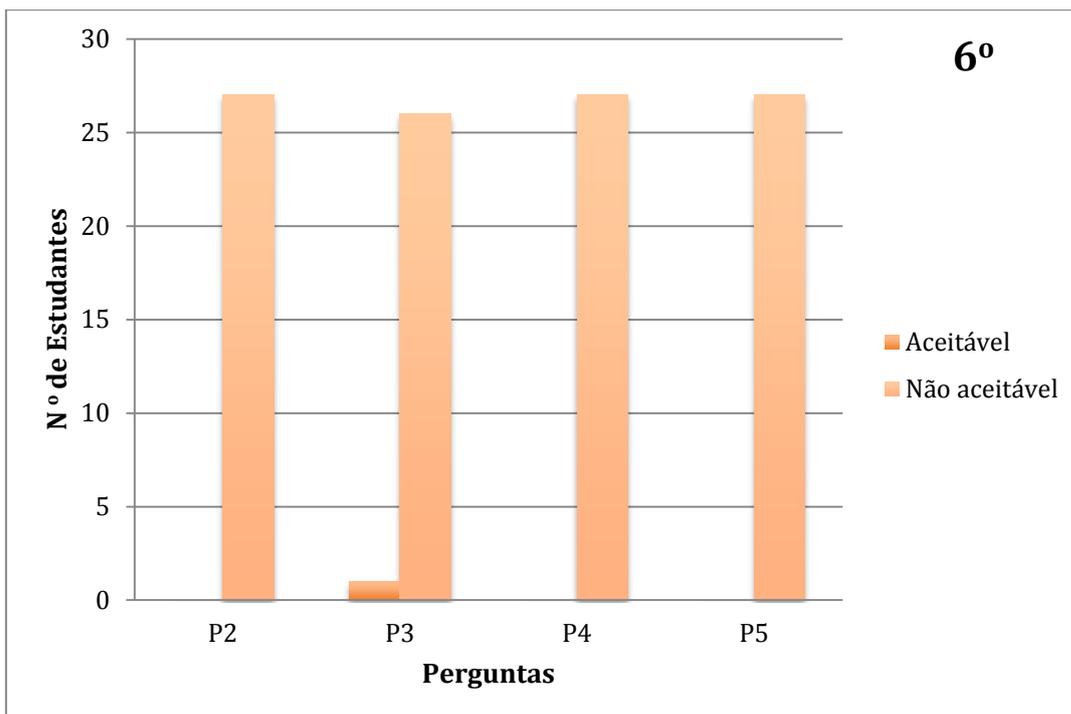
Legenda:





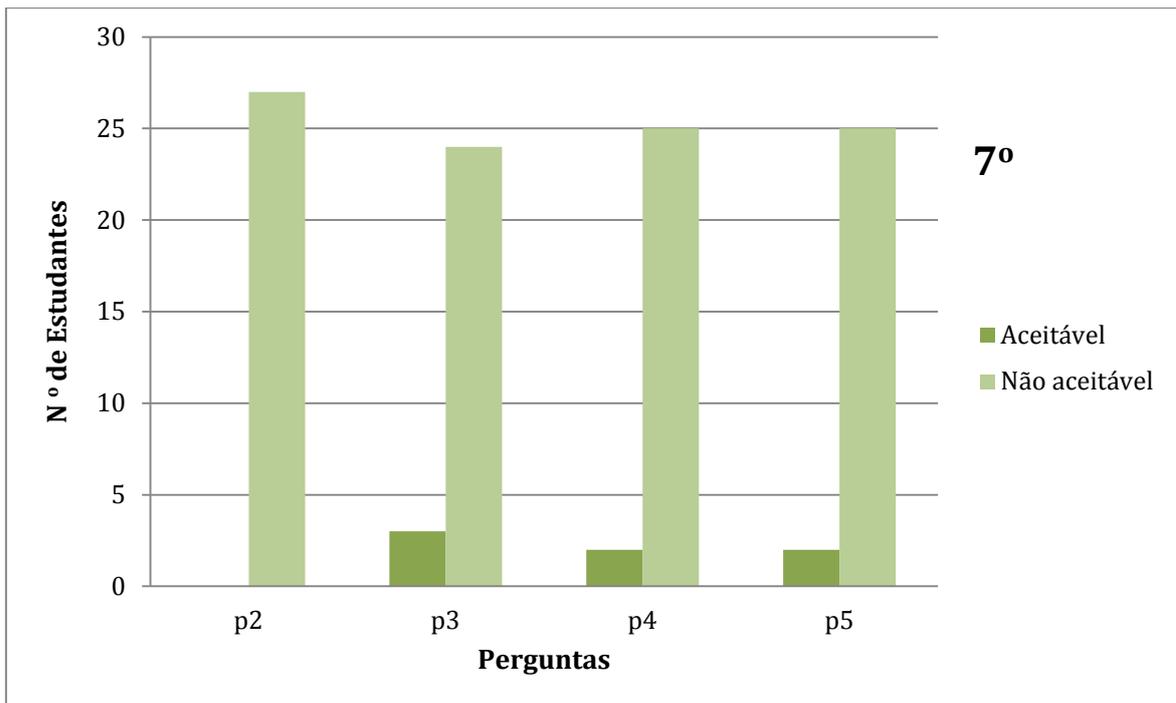
6º ANO	ACEITÁVEL	NÃO ACEITÁVEL
P2	0	27
P3	1	26
P4	0	27
P5	0	27

P2 - Nenhum aluno foi capaz de identificar o que era as marés, a maioria dos alunos achava que eram ondas ou correntezas. P3 - Somente um único aluno foi capaz de descrever como as marés pode afetar a vida das pessoas. P4 - Nenhum aluno foi capaz de descrever o que causa as marés. P5 - Nenhum aluno compreende a importância da Lua ou do Sol para as marés.



7º ANO	ACEITÁVEL	NÃO ACEITÁVEL
P2	0	27
P3	3	24
P4	2	25
P5	2	25

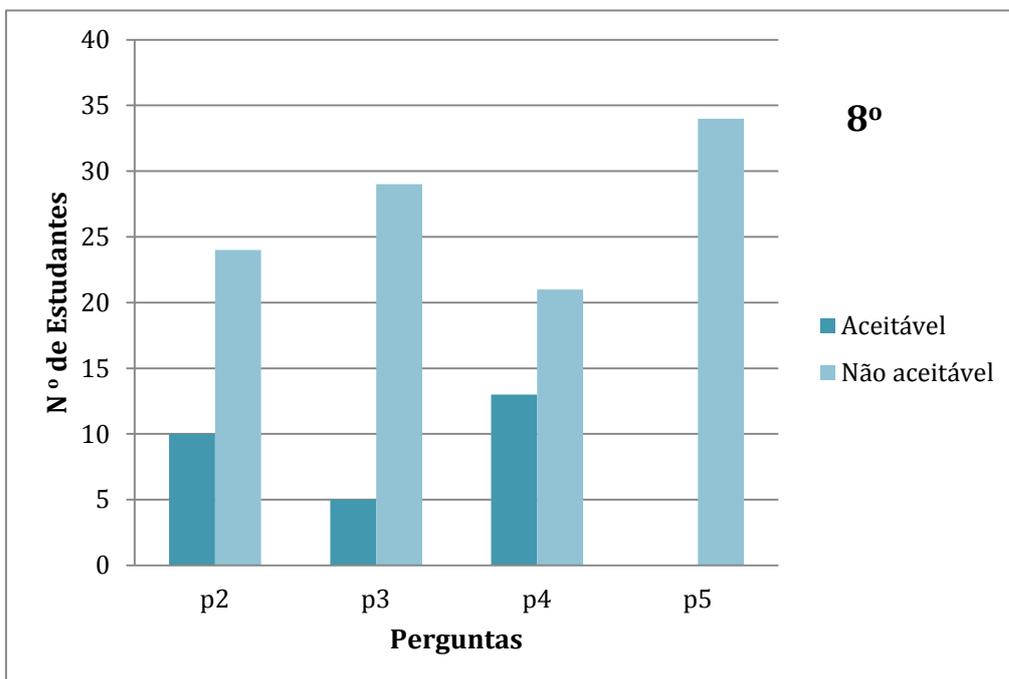
P2- A grande maioria dos alunos acreditam que marés são ondas fortes enquanto uma parcela significativa não faz ideia do tema. P3-Somente três alunos conseguiram relacionar as marés como perigo para as construções humanas. P4 - Apenas dois alunos conseguiram ver uma relação das marés com a Lua. P5-Dois alunos conseguiram relacionar as marés com a Lua mas para eles o Sol não teria nenhuma importância.



8º ANO	ACEITÁVEL	NÃO ACEITÁVEL
P2	10	24
P3	5	29
P4	13	21*
P5	0	34

P2 - Metade das respostas satisfatórias relacionam marés como mudança no nível do mar associado a correntezas. As respostas não satisfatórias associam marés as ondas. P3 - As respostas satisfatórias só conseguiram associar o efeito negativo das marés para vida das pessoas. P4 - Uma parte das respostas satisfatória dos alunos responderam somente Lua, a outra parte Lua associada com os ventos. Somente um único aluno conseguiu relacionar a Lua e o Sol

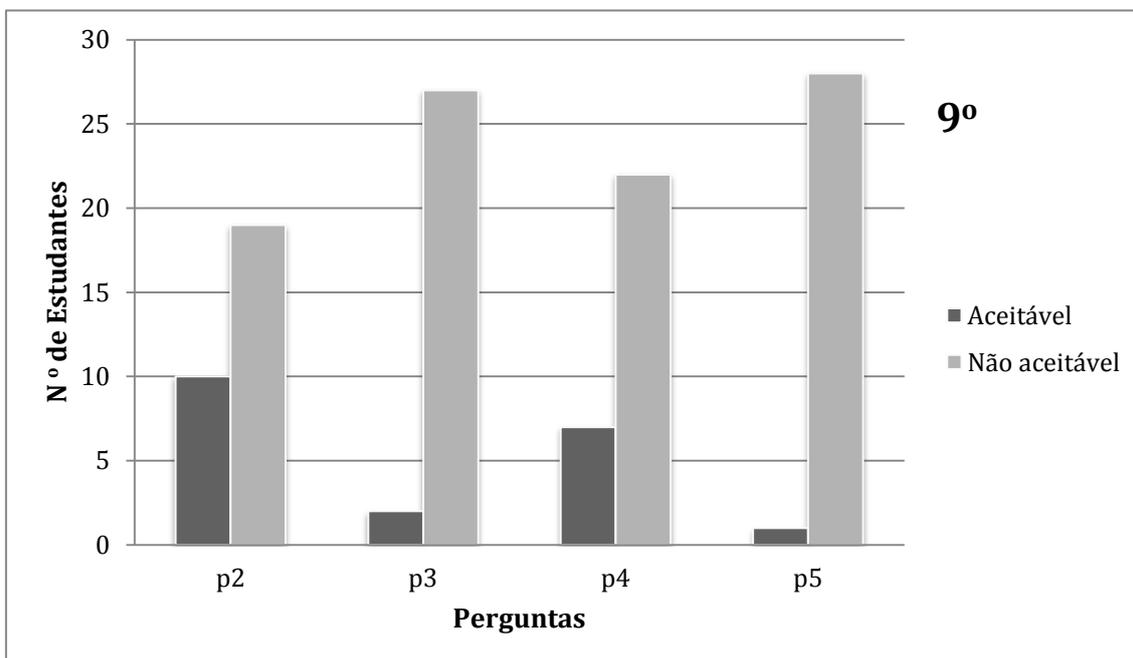
como causa das marés. P5 - Nenhum aluno foi capaz de relacionar a ação do Sol combinada com a da Lua para formar as marés.



9º ANO	ACEITÁVEL	NÃO ACEITÁVEL
P2	10	19
P3	2	27
P4	7	22
P5	1	28

P2 - Foram consideradas respostas aproximadas que procuraram relacionar às marés ao nível do mar. A maioria das respostas confundia marés com ondas que são gerados por fatores climáticos. P3 - As duas únicas respostas conseguiram associar a influência negativa das marés na vida das pessoas. P4 - A grande maioria das respostas associam as marés aos ventos. Uma parte da pequena minoria que associou a força da Lua considera em partes a ação dos ventos.

P5 - Somente um aluno foi capaz de relacionar o Sol e a Lua como agentes influenciadores das marés.



As atividades propostas nesta segunda aula, tinha por objetivo analisar imagens e vídeos usados numa aula que mostrasse para eles o que era o fenômeno das marés e servisse como ponto de partida para aguçar o interesse e a curiosidade sobre o fenômeno. A partir disso o professor elaborou uma aula explicativa onde os alunos puderam identificar e avaliar as ações dos astros e suas consequências na superfície terrestre, de modo que pudessem construir referenciais que possibilitassem uma participação reativa nas questões astronômicas. Abaixo exemplo de algumas respostas dos alunos na **segunda atividade**:

2. Respostas da atividade das marés: *Conhecimento mediado (ver anexos)*

Atividades: Respostas dos alunos em sala de aula

2ª pergunta: O que são as marés?

Subida e descida diária do nível do mar.

Aluno 6º ano: Kaique da Silva Sousa

É o nível diário de subida e descida do mar.

Aluno 6º ano: Laila Cristina Lima dos Santos

Subida e descida diária do nível do mar.

Aluno 7º ano: Samuel Pablo

É a subida e descida do mar diariamente.

Aluno 7º ano: Johnny Fidelis

É a subida e descida diária do nível do mar que sobe e desce diariamente aos poucos.

Aluno 8º ano: Thais Belarmino

É a subida e descida diária do nível do mar.

Aluno 8º ano: Diogo Gonçalves Soares

Subida e descida diária do mar.

Aluno 9º ano: Vitória Rodrigues Albuquerque

É a subida e descida diária do nível do mar!

Aluno 9º ano: Ingrid Santos

No levantamento de ideias prévias. Os referidos alunos não reconheciam o fenômeno científico. Através da aula e com a mediação do professor os alunos conseguiram identificar do que se tratava as marés, inclusive aquelas que nem mesmo tinha ouvido falar a palavra. O uso de imagens foi fundamental para alcançar o objetivo nessa questão. Uma vez que puderam visualizar e internalizar o conceito.

3ª pergunta: Como as maré afetam a vida das pessoas?

Ajudando o navio a navegar mais perto da costa.

Aluno 6º ano: Kaique da Silva Sousa

Ajuda os barcos e o com os cardumes.

Aluno 6º ano: Laila Cristina Lima dos Santos

Pode alagar ruas, mas ajuda os pescadores e os barcos a chegar ao porto.

Aluno 7º ano: Samuel Pablo

A subida das marés ajuda os pescadores com os peixes que ficam mais perto da praia.

Aluno 7º ano: Johnny Fidelis

Pode afetar os barqueiros, se a maré estiver baixar não terá como atracar.

Aluno 8º ano: Thais Belarmino

Pode causar inundações, ajuda os barcos e a pescaria.

Aluno 8º ano: Diogo Gonçalves Soares

Nas pescas e navegações. Se a maré estiver alta e a cidade for baixa, a água pode acabar invadido a cidade.

Aluno 9º ano: Vitória Rodrigues Albuquerque

Quando a maré está alto os peixes ficam mais perto da costa.

Aluno 9º ano: Ingrid Santos

Nessa questão os alunos conseguiram ver os pontos negativos das marés para a sociedade, mas conseguiram visualizar também principalmente os pontos positivos do fenômeno como ajudando na navegação e pesca. Os alunos passaram a entender que as marés tem uma grande importância especialmente para as pessoas que vivem próximas as regiões costeiras e que podem utilizar esse fenômeno para sua sobrevivência.

4ª pergunta: Qual é a causa das marés?

A força gravitacional do Sol e a da Lua sobre a Terra.

Aluno 6º ano: Kaique da Silva Sousa

A força gravitacional da Lua e do Sol sobre a Terra.

Aluno 6º ano: Laila Cristina Lima dos Santos

A força gravitacional do Sol e da Lua.

Aluno 7º ano: Samuel Pablo

A gravidade do Sol e da Lua que se combina na Terra.

Aluno 7º ano: Johnny Fidelis

Força da gravidade da Lua e do Sol sobre a Terra.

Aluno 8º ano: Mayara Eugênio.

É a força gravitacional do Sol e da Lua sobre a Terra.

Aluno 8º ano: Diogo Gonçalves Soares

A força gravitacional do Sol e da Lua.

Aluno 9º ano: Vitória Rodrigues Albuquerque

A gravidade do Sol e da Lua.

Aluno 9º ano: Ingrid Santos

No levantamento de ideias prévias os alunos não sabia identificar a origem do fenômeno. Através da mediação os alunos tiveram um salto quantitativo e qualitativo no processo de ensino aprendizagem ao compreender um fenômeno astronômico pouco conhecido na escola. Nesse sentido o ensino de marés dentro de uma aula de Astronomia deixou o ensino mais significativo e interessante ao aguçar e despertar o empenho e a dedicação para compreender os fenômenos que acontecem na Terra mas que tem origens astronômicas.

5ª pergunta: Explique a diferença entre marés de sizígia e maré de quadratura:

Na maré de quadratura, o Sol, a Terra e a Lua formam um ângulo de 90° graus. A Lua anula a força do Sol e o Sol anula a força da Lua.

Aluno 6º ano: Kaique da Silva Sousa

A maré de sizígia é mais significativa e a maré de quadratura não é tão significativa.

Aluno 6º ano: Laila Cristina Lima dos Santos

Maré de sizígia, quando o Sol e a Lua estão alinhados criando uma força gravitacional.

Aluno 7º ano: Samuel Pablo

Maré de sizígia é quando o Sol e a Lua ficam alinhados. E a maré de quadratura é quando Sol, a Lua e a Terra formam um ângulo de 90° graus.

Aluno 7º ano: Johnny Fidelis

Maré de sizígia é forte, vai descer muito e vai subir muito. A maré de quadratura é fraca.

Aluno 8º ano: Thais Belarmino

Maré de sizígia: Sol, Terra e Lua ficam alinhados!

Aluno 8º ano: Diogo Gonçalves Soares

Maré de sizígia, quando a maré fica mais intensa. Maré de quadratura quando a maré fica menos intensa porque a força gravitacional do Sol e da Lua estão se anulando.

Aluno 9º ano: Vitória Rodrigues Albuquerque

Concluimos que os alunos se apropriaram dos objetivos propostos principalmente por que procuramos atuar como mediadores na construção do conhecimento, uma vez que tínhamos como objetivo de entender o tema das marés o que trabalhamos em sala de aula.

Os estudos em sala de aula e o uso do laboratório de informática, principalmente para a segunda atividade, facilitaram a compreensão e despertou também o interesse

deles. Contudo, alguns conceitos da teoria construtivista sobre o papel do sentido e do significado na aprendizagem dos conteúdos e o seu papel no desenvolvimento cognitivo, demonstraram que facilitam a aprendizagem através dessa metodologia do conhecimento mediado, proporcionando um melhor desenvolvimento de conceitos e procedimentos. Entendemos que a aula mediada *sobre o tema marés* conduziu o olhar do aluno guiando-o para uma sequência dos processos de observação e interpretação, ou seja, a construção de uma ideia.

A explicação das marés através de desenhos artísticos:

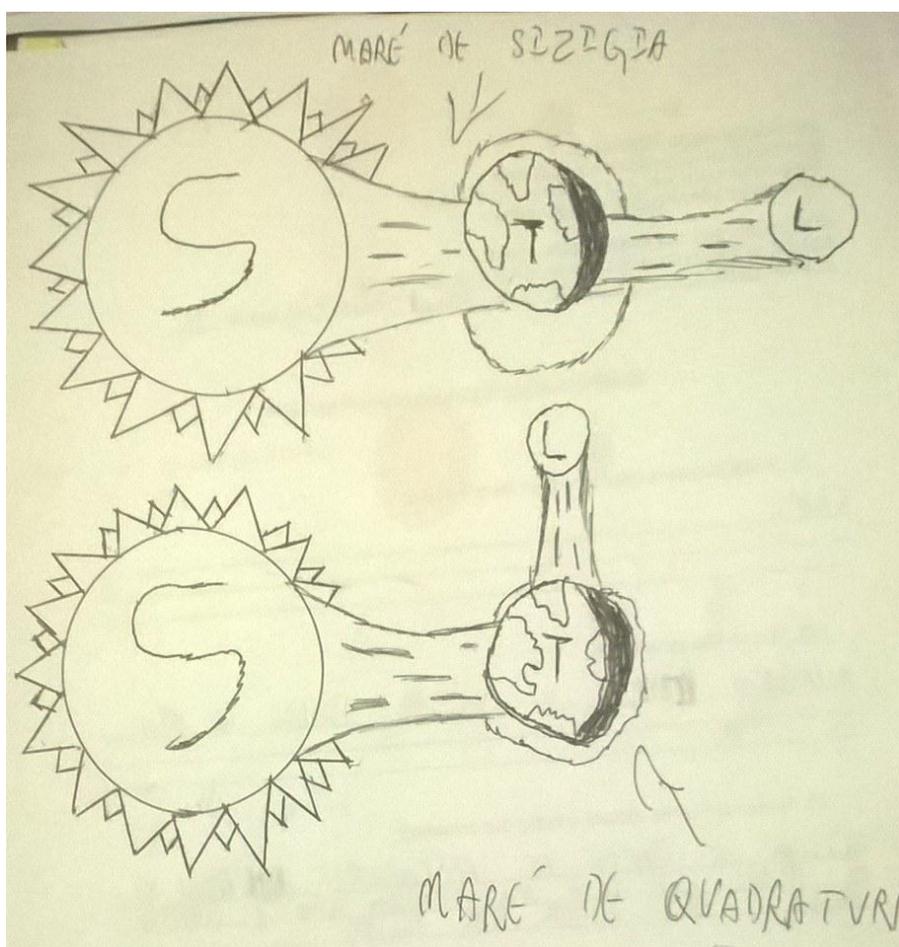


Fig. 22 Desenho de aluno explicando como agem as forças de marés.

O conceito de marés pode ser construído interdisciplinarmente através de atividades que envolvam as disciplinas História, Português, Matemática e Artes. Em História pode ser trabalhado a história dos cientistas e o momento histórico no decorrer do desenvolvimento do conhecimento das marés. Em matemática pode ser trabalhados gráficos e a fórmulas que envolvem as forças diferenciais. Em português podem ser trabalhados textos argumentativos sobre o fenômeno das marés no cotidiano. Em artes podem ser trabalhados distância, perspectivas na elaboração de desenhos que representem o fenômeno marés.

Dessa maneira os alunos compreenderam e usaram os sistemas simbólicos das diferentes linguagens como meio de organização cognitiva e também da realidade pela constituição de significados, expressão, meio de comunicação e informação. Posso concluir que nessa atividade os alunos em questão, apresentam salto de qualidade no que se refere a alguns conceitos trabalhados em sala de aula no estudo das marés. Quanto ao tema marés houve uma internalização do próprio termo, assim como a formação de conceitos, pois encontrou evidências do mesmo processo dos conceitos científicos que implicam a reconstrução, seguindo os moldes dos conceitos espontâneos.

SEGUNDA ETAPA: CONHECIMENTO MEDIADO.

P2) O que são as marés?

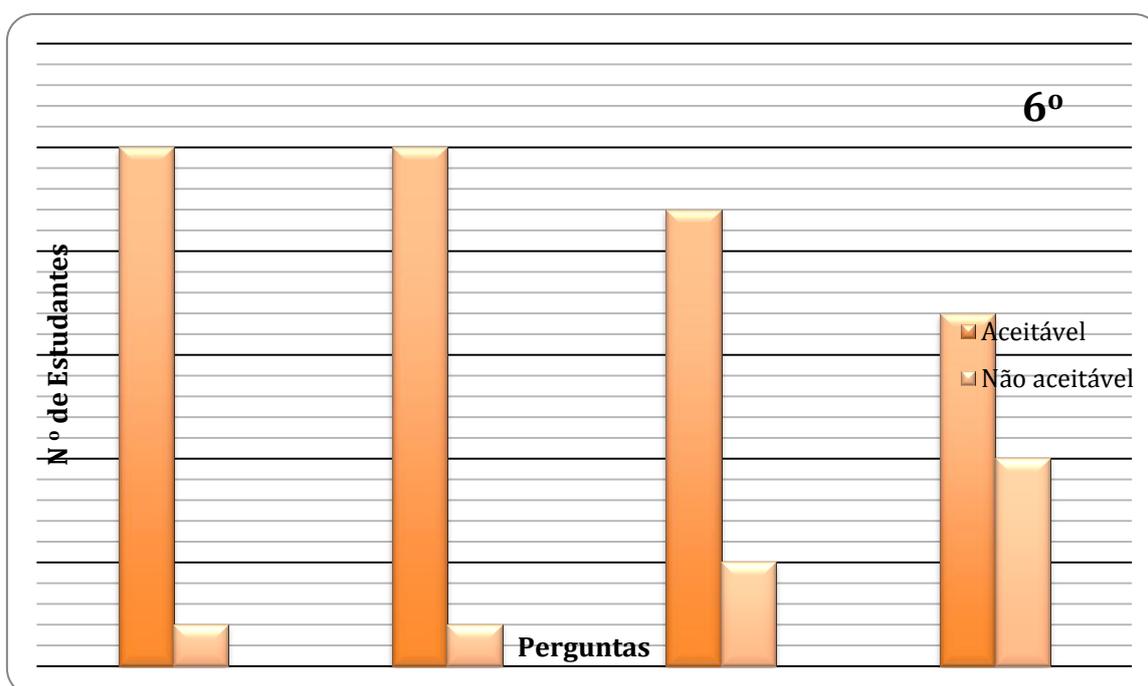
P3) Como as marés afetam a vidas das pessoas?

P4) Qual é a causa das marés?

P5) Explique a diferença entre as marés de sizígia e quadratura?

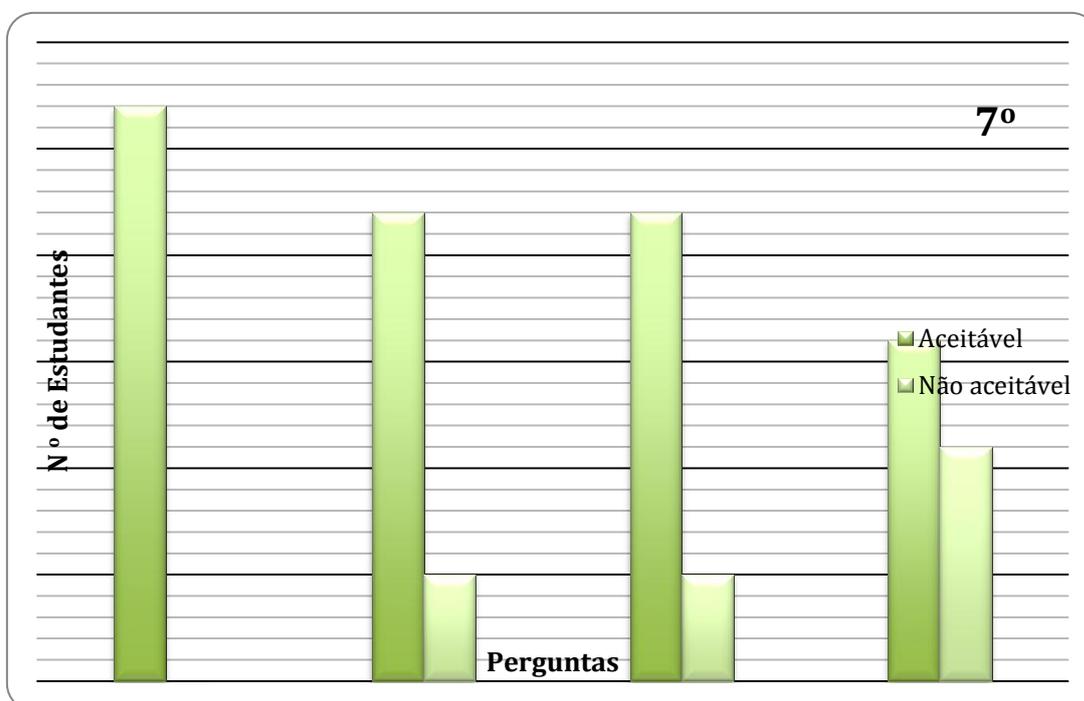
6º ANO	ACEITÁVEL	NÃO ACEITÁVEL
P2	25	2
P3	25	2
P4	22	5
P5	17	10

P2 – Somente dois alunos não conseguiram entender o mecanismo das marés, porém são alunos que apresentam dificuldades no aprendizado. P3 – A maioria dos alunos foi capaz de ver benefício das marés na vida humana ao relacionar com a pesca e a navegação. P4 – Somente 5 alunos não conseguiram relacionar as marés a ação do Sol e da Lua. P5 – Pela complexidade da pergunta, uma minoria significativa não conseguiu diferenciar e entender as marés de sizígia e quadratura.



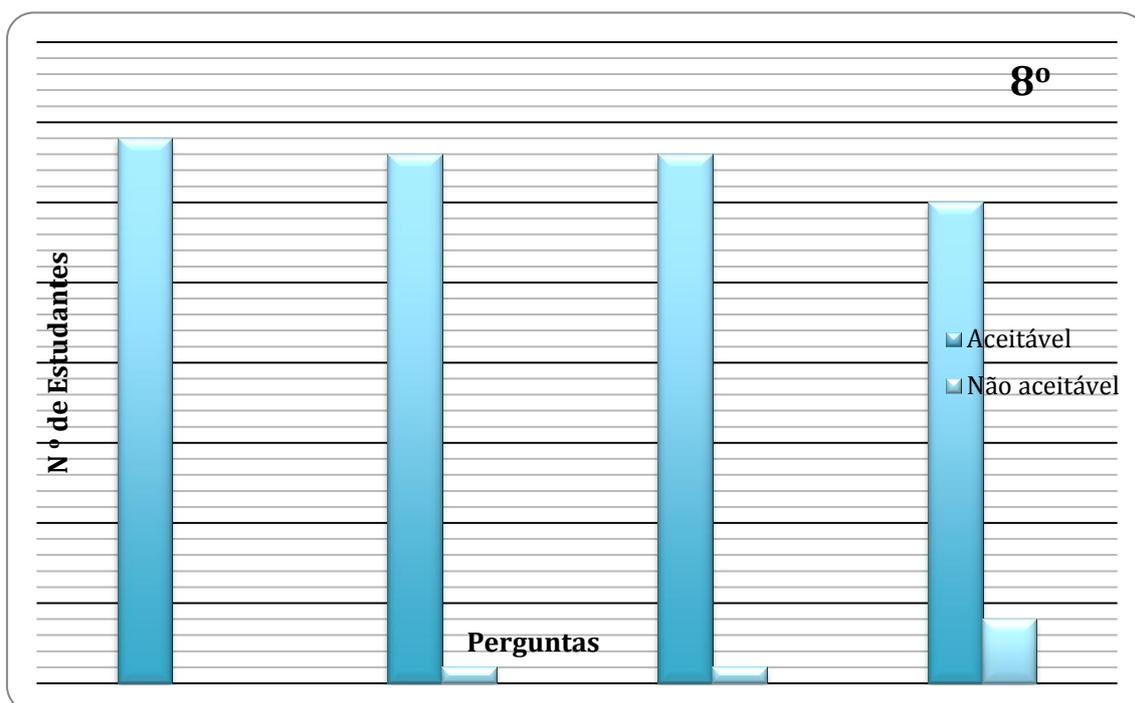
7º ANO	ACEITÁVEL	NÃO ACEITÁVEL
P2	27	0
P3	22	5
P4	22	5
P5	16	11

P2- A totalidade dos alunos passou a saber do que se tratava o fenômeno marés. P3- A maioria dos alunos foi capaz de ver benefício das marés a vida humana ao relacionar com a pesca e a navegação. P4 - Apenas cinco alunos não conseguiram ver uma relação das marés com o Sol e a Lua. P5- Uma minoria significativa não conseguiu diferencia e entender as marés de sizígia e quadratura.



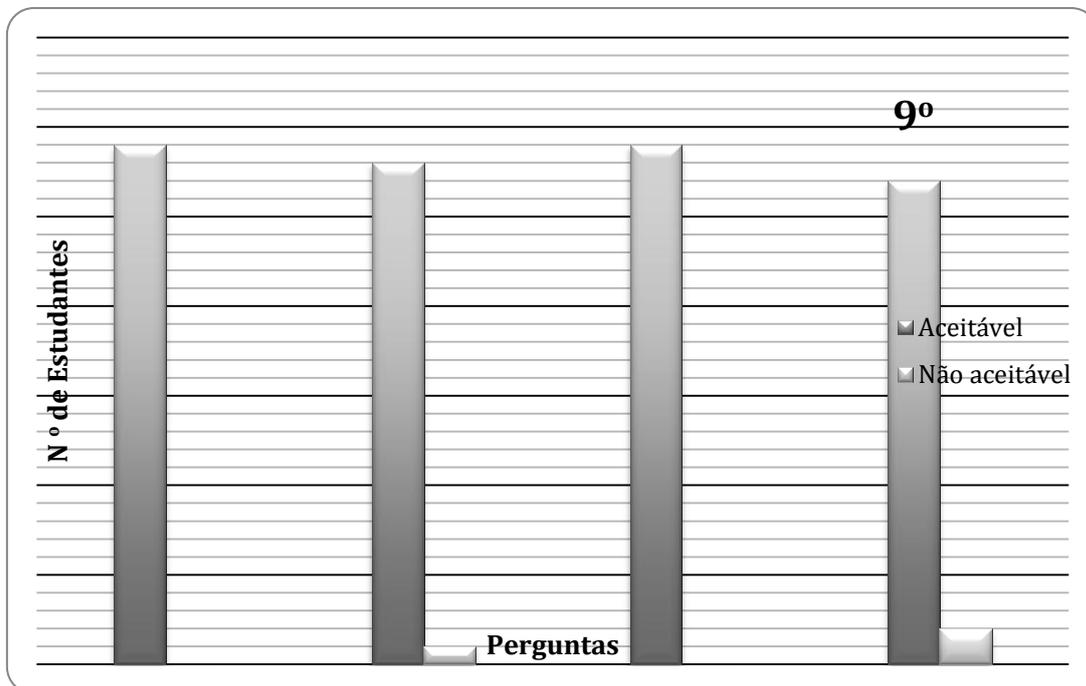
8º ANO	ACEITÁVEL	NÃO ACEITÁVEL
P2	34	0
P3	33	1
P4	33	1
P5	30	4

P2 - A totalidade dos alunos conseguiu reconhecer o fenômeno marés. P3 - A maioria dos alunos foi capaz de ver pontos positivos e negativos das marés ao afetar a vida humana. P4 - Somente um único aluno não conseguiu relacionar a Lua e o Sol com as marés. Talvez não tenha entendido corretamente a pergunta. P5 - Pela complexidade da pergunta, uma pequena minoria não conseguiu diferencia e entender as marés de sizígia e quadratura.



9º ANO	ACEITÁVEL	NÃO ACEITÁVEL
P2	29	0
P3	28	1
P4	29	0
P5	27	2

P2 - A totalidade dos alunos conseguiu reconhecer o fenômeno marés. P3 - A grande maioria dos alunos foi capaz de ver pontos positivos e negativos das marés ao afetar a vida humana. P4- Todos os alunos não conseguiram relacionar as marés à ação do Sol e da Lua. P5 – A grande maioria dos alunos conseguiu diferencia e entender aproximadamente as marés de sizígia e quadratura.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um problema recorrente no processo de ensino-aprendizagem praticado em sala de aula, seja nas disciplinas de Geografia, Física ou Ciências em geral, é a forma fragmentada de apresentação (sem visão integradora), ou seja, onde o processo não faz parte de uma rede de conceitos mutuamente relacionados. Certamente, esse viés “fracionado” tem contribuído para descaracterizar à essência das Ciências do Universo (exatas e naturais), de suas aplicações e também dificultado seu aprendizado. Como contraexemplo, citamos as chamadas Geociências que buscam uma explicação do mundo através de uma visão integradora onde o indivíduo possa também exercer um papel mais consciente e responsável. É o que ocorre por exemplo, com a discussão da questão ambiental e suas implicações; um debate que envolve pesquisadores de todos os continentes e das mais variadas áreas.

Apesar dessa consciência e do enorme significado e importância para as mais diversas áreas, a fenomenologia das marés ainda não desempenha um papel significativo no ensino de astronomia na educação básica ou, mais geralmente, no ensino de ciências. Talvez devido a sua complexidade, na prática sempre foi relegado ou considerado de importância menor. Isso acontece não apenas no Brasil, mas também no mundo. Como vimos, enquanto fenômeno físico e astronômico, as marés oceânicas foram pioneiramente explicadas somente com a síntese newtoniana, tendo como base as leis da mecânica e a gravitação universal (capítulo 4).

No entanto, coube a Edouard Roche mostrar que as forças de maré são muito mais universais do que a perceptível mudança de nível dos oceanos terrestres (ver capítulo 4). Seus cálculos demonstraram que as forças de maré produzidas por um planeta ou estrela na região ocupada por um satélite ou meteoro podem ser tão intensas que ultrapassam as forças atrativas do satélite, causando um rompimento da estrutura. A distância onde a ocorre a instabilidade, ou seja, onde ocorre a destruição do corpo que sofreu a maré, tornou-se conhecida como Limite de Roche. Tal resultado tornou muito evidente que o fenômeno das marés não é somente terrestre e muito menos oceânico. É um processo potencialmente afetando todos os corpos gravitantes do Universo e em todas as escalas (meteoros, satélites, planetas, estrelas, galáxias e aglomerados de galáxias).

Nesse contexto interdisciplinar, optamos por investigar o fenômeno das marés e seus efeitos em duas linhas distintas, porém complementares. Inicialmente discutimos as marés e suas conexões (a partir de sua própria fenomenologia), considerando também suas consequências para as distintas áreas do conhecimento. As marés foram também discutidas na sala de aula, enquanto ferramenta didática para o ensino de Astronomia.

A ideia básica da maré na escola, foi primeiramente aferir o nível de conhecimento espontâneo relacionado com as marés e, posteriormente, verificar se um fenômeno astronômico considerado de difícil assimilação pode ser entendido, qualitativamente, por alunos do ensino fundamental através da mediação do professor.

As dificuldades começaram na própria aferição do conhecimento espontâneo. Numa cidade longe da costa como São Paulo é muito grande o número de estudantes do fundamental II que não vivenciaram a variação do nível do mar, pois nunca foram a praia (**tabela**). Como seria esperado, a porcentagem de alunos sem esse conhecimento diminui com a idade. No entanto, acreditamos que nossa abordagem mais sistêmica utilizada em sala de aula, além de estimular os alunos, tornou o fenômeno e sua explicação qualitativa mais acessível e interessante para os estudantes do ensino fundamental. Portanto, acreditamos que a fenomenologia e abrangência das marés deva ser melhor aproveitada enquanto ferramenta pedagógica no ensino de ciências no nível fundamental II. Nessa tarefa, destacamos a importância de outros materiais que nos auxiliaram na preparação e aplicação das atividades, como reportagens, vídeos e imagens. Em outras palavras, somente em condições semelhantes ao que a pesquisa proporcionou parece ser possível elaborar uma proposta pedagógica mais inovadora no ensino das marés.

Acreditamos ter atingido resultados interessantes e até inesperados. Por exemplo, foi possível envolver e motivar os nossos alunos, uma vez que partimos de seu conhecimento espontâneo e procuramos mostrar que o fenômeno astronômico das marés tem implicações para as mais diferentes disciplinas. Assim, embora a questão das marés esteja disseminada muito superficialmente nos meios de comunicação, acreditamos que uma associação com a vida real partindo-se de reportagens, vídeos, etc, pode prender a atenção e foi fundamental para os estudantes perceberem a importância das marés.

Concluimos também que a maior parte dos conteúdos trabalhados nos encontros, onde desenvolvemos as atividades propostas para a sala de aula foi capaz, não só de construir conhecimento, como também de se desenvolver do ponto de vista cognitivo.

Muitas foram às evidências a esse respeito. Nas aulas mediadas, os alunos e professor puderam observar o quanto as ações astronômicas promoveram alterações no espaço geográfico, por exemplo, as marés oceânicas. Assim como as consequências da interferência humana no nível do mar, alterando assim o fluxo natural das marés. Puderam compreender também o processo histórico de construção de um conceito científico ao longo do tempo por diferentes cientistas, que a ciência não é algo estático, mas está constantemente acumulando conhecimentos. Dessa maneira, concluímos que é na escola que o conteúdo de diferentes disciplinas escolares e os procedimentos por elas adotados é que se constituem o saber sistematizado, e especialmente a de se pensar o ensino e a mediação pedagógica tendo como parâmetros a cultura dos alunos, contemplando, nesse sentido, sua diversidade.

Em outras palavras um conjunto de conhecimento, valores, significados que os alunos carregam consigo, com seus ritmos e capacidades internas e singulares de aprendizagem. Trata-se assim de uma prática voltada para a formação de cidadãos democráticos com capacidade de compreensão da possibilidade de reversão dos graves problemas ambientais que abordamos, identificando a responsabilidade individual e a responsabilidade coletiva. É nesse contexto de entrosamento entre professor e alunos que temos construído conhecimento e o mesmo tem sido valorizado, não somente pelos envolvidos na sala em questão, mas também em outros ambientes da escola.

A interdisciplinaridade ao tratar as marés como um conceito estruturante para outras áreas, foi praticamente uma metodologia de trabalho e responsável por tamanha riqueza nas construções e discussões de todo o trabalho realizado neste semestre. Para concluir, entendemos que é fundamental que pesquisa como esta, faça parte do chão da escola. Acreditamos que ele é capaz de não somente subsidiar o ensino atual, mas também de reverter esse processo e assim passar a considerar a educação pelo seu valor de uso, como produção cultural de pessoas concretas, singularidades humanas capazes de se constituírem em sujeitos globais e locais em luta contra desigualdades e exclusões sociais.

Por outro lado, sabendo que a educação básica no Brasil passa por reformulações sem atingir os objetivos básicos de aprendizagem, talvez esse tipo de pesquisa possa estimular educadores de diferentes áreas a tornarem o ensino em sala de aula mais significativo e relevante para os alunos

REFERÊNCIAS

INTRODUÇÃO

- Ekman, M. (1993), “A Concise History of the Theory of Tides, Precession-Nutation and Polar Motion”, *Survey in Geophysics* **14**, 585-617
- Galilei, Galileu (1632), “Diálogos Sobre os Dois Máximos Sistemas do Mundo”, Tradução de Rubem Mariconda, Editora 34 (2011)
- Mariconda, P. R. (1999), “Galileu e a Teoria das Marés”, *Cadernos de História e Filosofia da Ciência, Série 3, vol. 9*, **1-2**, 33-71
- Newton, I. (1687), *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, London
- Corracano, D. et al. (2017), “Ideas de Estudiantes de Instituto y Universidad acerca del significado e el Origen de las Mares, *Revista Eureka sobre Ensenanza y Divulgación de las Ciencias* **14**, 353-366
- Darwin, G. H. (1879), “On the Precession of a Viscous Spheroid and the Remote History of the Earth”, *Phylosophiscal Transactions* **171**, 447-530

CAPÍTULO 1

- CORDEIRO, Jaime. Didática. São Paulo: Contexto, 2007
- FARIA, Maria Alice. Como usar o jornal na sala de aula. São Paulo: Contexto, 2003.
- FARIA, Maria Alice. O jornal na sala de aula. São Paulo: contexto, 2004.
- FREINET, Célestin. O jornal Escolar: temas pedagógicos. Lisboa: Editora Estampa, 1974.
- FREIRE, Paulo. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Editora Paz e Terra, 1996.
- FREINET, Célestin. O Jornal Escolar. Lisboa: Estampa, 1977.
- FREINET, Célestin. Pedagogia do Bom-senso. São Paulo: Martins Fontes, 2004.
- HERR, Nicole. 100 fichas práticas para explorar o jornal na sala de aula. Belo Horizonte: Dimensão, 1997.
- IJUIM, Jorge Kanehide. Jornal escolar e vivências humanas: roteiro de viagem. Bauru: EDUSC; Campo Grande, MS: Ed. UFMS, 2005.

KUNSCH, Margarida K. (org.) Comunicação e Educação - caminhos cruzados. São Paulo: Loyola, 1986.

MOROZ, Melania. GIANFALDONI, Mônica Helena T. A. O processo de pesquisa: iniciação. Brasília: Plano Editora, 2002.

PAVANI, Cecília. JUNQUER, Ângela. CORTEZ, Elizena. Jornal: uma abertura para a educação. Campinas, SP: Papirus, 2007.

11 PAVANI, Cecília (Org). Jornal: (In) Formação e ação. Campinas. SP: Papirus, 2002.

PONTE Cristina. Leitura das Notícias Contribuindo para a análise do discurso jornalístico. Lisboa: Livros Horizonte, 2004.

TREVISAN, Maria de L. L. et alii. O trabalho com jornal na sala de aula: da informação jornalística à opinião esclarecida. Maringá: UEM, 1997.

CAPÍTULO 2

APDL - Administração dos Portos do Douro e Leixões, (2002) – Agenda 2002

PETHICK, J. - (1984) - *An Introduction To Coastal Geomorphology*, London, Edward Arnold, 260 p.

PUGH, D. T. - (1987) - *Tides, Surges And Mean Sea Level*, John Wiley and Sons, Chichester, 472 p.

SANTOS, F. D, FORBES, K, MOITA, R. (editores) (2002) – *Climate change in Portugal. Scenarios, impacts and adaptation measures (Siam project)*, Gradiva, F. C. Gulbenkian, FCT, Lisboa, 454 p.

THURMAN, H. V., (1997) - *Introductory Oceanography*, Prentice Hall, New Jersey, 544p.

Leia mais em <https://www.redesul.com.br/noticias/show/noticia/58598-a-lua-cheia-pode-causar-grandes-terremotos?>

SANTOS, Marco Aurélio da Silva. "Newton e a Explicação das Marés"; *Brasil Escola*. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/fisica/newton-explicacao-das-mares.htm>>. Acesso em 17 de março de 2017.

CAPÍTULO 3

AUGUSTINUS, P.G.E.F. Coastal Geography vis-à-vis the global change approach and coastal sustainable development. In: A. VALLEGA, P.G.E.F AUGUSTINUS & H.D. SMITH (ed.). Geography. Oceans and coasts towards sustainable development. Franco Angeli, 1998.

DOUMENGE, F. Geografia dos Mares. São Paulo: Difusão Européia Livros, 1967.

GEORGE, P. prefácio. In: DOUMENGE, F. Geografia dos Mares. São Paulo: Difusão Européia Livro, 1967.

KOMAR, P. Beach Process and Sedimentation. Prentice-Hall, INC., Englewood Cliffs, New Jersey, 1976.

VALLEGA, P.G.E.F Agenda 21 of Ocean Geography. In: A. VALLEGA, P.G.E.F AUGUSTINUS & H.D. SMITH (ed.): Geography. Oceans and coasts towards sustainable development. Franco Angeli, 1998.

MORAES ACR. 2007. Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil: elementos para uma geografia do Litoral Brasileiro. 2 ed. Annablume, São Paulo, 232 pp.

MIRANDA LB, CASTRO BM & KJERFVE B. 2002. Princípios de oceanografia física de estuários. EDUSP, São Paulo, 414 pp.

LEAO ZMAN. 1996. The coral reefs of Bahia: morphology, distribution and the major environmental impacts. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 68(3): 339–452.

DHN - Diretoria de Hidrografia e Navegação. (2005). Tábua de Marés para o Porto do Rio de Janeiro para o ano de 2006.

EMERY, K. O. (1961). A Simple Method of Measuring Beach Profiles. Limnology and Oceanography, V. 6. 90-93 pp.

MUEHE, D. (1975). Análise ambiental no sistema costeiro sul-oriental do Estado do Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. 141 pp.

MUEHE, D. (1989). Distribuição e caracterização dos sedimentos arenosos da plataforma continental interna entre Niterói e Ponta Negra, RJ. Revista Brasileira de Geociências. Março 19 (1). 25-36 pp.

PRESS, F., SIEVER, R., GROTZINGER, J. and JORDAN, T. (2006). Para Entender a

Terra. Understanding Earth. 4ª Edição. Tradução Rualdo Menegat *et al.* (UFRGS). Bookman, Porto Alegre. 656 pp.

SANTOS, C. L. dos. (2001). Dinâmica sazonal e os efeitos das ressacas nas praias de Niterói, RJ. Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Geologia e Geofísica Marinha da Universidade Federal Fluminense. 151 pp.

CAPÍTULO 4

Boal, D., Tidal Forces, Lecture 8, Simon Fraser University (2001).

Eckam, M., Surveys in Geophysics 14, 585 (1993).

Gilbert, W. 1600, “*De Magnete, Magneticisque Corporibus, et de Magno Magnete Tellure*” - *Sobre os ímãs, os corpos magnéticos e o grande ímã terrestre.*

Lima, J. A. S., Santos, R. C., *100 Anos da Cosmologia Relativística (1917-2017) – Parte I: Das Origens a Descoberta da Expansão Universal (1929).* RBEF (2017). No prelo.

Halliday, D, Resnick, R. & Walker, J. 2009, *Fundamentos de Física*, vol. 2, 8º Ed., LTC, Rio de Janeiro.

Oliveira Filho, M. S. & Oliveira Saraiva, M. S., *Astronomia & Astrofísica*, Livraria da Física (2012).

Peal, S. J., Cassen P. & Reynolds, R., Melting of Io by Tidal Disruption, *Science* 203, 892 (1979).

Tilley, D. & Pumfrey, S. 2003, “*William Gilbert: The Forgotten Genius*”, *Physics World*, Nov 1.

CAPÍTULO 5

El-Hani, C.N. (2007). Um das coisas boas de estar no tempo é poder olhar para trás. Em: Borges, R.R. (Ed.). *Filosofia e história da ciência no contexto da educação, vivência e teorias* (pp. 168-194). Porto Alegre: PUC/RS.

Gagliardi, J.R. (1988). *Cómo utilizar la historia de las ciencias en la enseñanza del as ciencias.*

Enseñanza de las Ciencias, 6 (3), 291-296.

Gagliardi, J.R. (1986). Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación. Enseñanza de las ciencias, 4(1), 30-35.

Gagliardi, J.R. (1983). Les concepts structurants em biologie. Actes des Journées Internationales sur l'Education Scientifique, 7, 471-476.

García Cruz, C.M. (1998). De los obstáculos epistemológicos a los conceptos estructurantes: una aproximación a la enseñanza-aprendizaje del a geología. Enseñanza de las Ciencias, 16 (2), 323-330.

Hernandez, Fernando. Transgressão e mudança na educação: Os projetos de trabalho. Porto Alegre, Artes Médicas, 1998. (Ver Capítulo 2)

Moreira, M.A. (2006). A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula. Brasília: UnB.

Pozzo, J. Ignácio. A aprendizagem e o ensino de fatos e conceitos. In: Coll, César. Os conteúdos na reforma: Ensino e aprendizagem dos conceitos: Artes Médicas, 2000.

Vázquez-Alonso, A.; Manassero-Mas, M.A.; Acevedo-Diaz, J.A. e Acevedo-Romero, P. (2008).

Consensos sobre a natureza da ciência: a ciência e a tecnologia na sociedade. Química nova na escola, 27, 34-50.

JUSTI, R. da S. A Afinidade Entre as Substâncias pode explicar as Reações Químicas? Química Nova na Escola, n. 7, p. 26-29,1998.

LOPES, A. R. C. Livros didáticos: Obstáculos ao Aprendizado da Ciência Química. Química Nova, v. 15, n. 3, p.254 – 261, 1992.

MORAES, R. Análise de Conteúdo. Educação, v.22, n.37, p.7-32, 1999.

MORTIMER, E. F e MIRANDA, L. C. Transformações: concepções dos estudantes sobre reações químicas. Química Nova na Escola, n.2, p.23-26, 1995.

SCHNETZLER, R.P. e ROSA, M. I. de F. Petrucci. Sobre a importância do conceito Transformação Química no processo de aquisição do conhecimento químico. Química Nova na Escola, n. 8, p. 31- 35, 1998.

CAPÍTULO 6

BRASIL. Ministério da Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Fundamental*. Brasília: MEC-SEF, 1999.

BARBIER, R. *A pesquisa-ação*. XX edição Brasília: Editora Plano, 2002. 159p.

CARRAHER, Terezinha Nunes e SCHLIEMANN, Analúcia. “Álgebra na feira?”. In:

- CARRAHER, Terezinha Nunes et AL. *“Na vida dez, na escola zero”*. São Paulo: Editora Cortez, 1988.
- CAVALCANTI, Lana de Souza. *Geografia, Escola e Construção do Conhecimento*. Editora Papirus, Campinas, SP 2001.
- COMPIANI, M. *Geociências no Ensino Fundamental e a Formação de professores: o papel dos trabalhos de campo*. 2002 99 p. tese (Livre-Docência) – Instituto de Geociências, UNICAMP, Campinas.
- _____. *O lugar e as escalas e suas dimensões horizontal e vertical nos trabalhos práticos: implicações para o ensino de ciências e educação ambiental*. Revista Ciência & Educação, v.13 n.1, p.29-45, 2007.
- _____. *PROPOSTA DE TALLER*, Maurício Compiani, Depto de geociências Aplicadas ao Ensino, Instituto de Geociências da Unicamp, Campinas – SP – Brasil, Idéias prévias e construção do conhecimento e sala de aula.
- COMPIANI, M., CARNEIRO, CDR. *Os papéis das excursões geológicas*. In: *Enzeñanzade lās Ciéncias de la Tierra*, Madrid, v.1 n.2, p.90-8, 1993.
- CURVELLO, M. A.; SANTOS, G. A. Adequação de conceitos básicos em ciência do solo para aplicação na escola de 1º grau. In: Congresso Brasileiro de Ciências do Solo, 24., Goiânia. Resumos. Goiânia: SBCS, 1993. v 3. p. 191-192.
- D’ AMBROSIO, Ubiratan. *Etnomatemática*. São Paulo. Editora Ática, 1990.
- _____. “Educação matemática: Uma visão do estado da arte”. *Pro-posições* nº 1[10]. Mar. 1993, vol. 4, pp. 7-17.
- DANTE, Luís Roberto. *Matemática*. Editora Ática, São Paulo, 2007.
- De Souza, E. R., Santos R. C. & Lima, J. A. S. (2017), *Marés na Sala de Aula. Em preparação*.
- GERALDI, João Vanderley (org). *O texto na sala de aula*. São Paulo. Ática, 1997
- JANVIER, Claude. “Contextualisation et representation dans l’ utilisation des mathématiques” ”. In: GARNIER, Catherine ET AL. *Après Vygotsky ET Piaget. Perspectives sociale et constructiviste. Écoles russe ET occidentale*. Bruxelas: De Boek Université, 1991, pp. 129-148.
- JACOBI, Pedro R. *Educação ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo*. Educação e Pesquisa, maio-agosto, vol. 31, nº 02 USP, São Paulo, Brasil, págs. 233-250,2005
- LOPES, Maria Margaret, *Museu: Uma Perspectiva de Educação em Geologia*. Tese de Mestrado: Faculdade de Educação, Unicamp, Campinas, São Paulo, 1999.
- MACHADO, N. *O Conjunto de Habilidades Humanas*. Revista Nova Escola, São Paulo, n.105, set., 1997.
- MARIOTTI, Humberto, *Diálogo: Um método de reflexão conjunta e observação compartilhada da*

experiência. São Paulo: Palas Athena, 2000.

OLIVEIRA, Tânia Amaral. *Tecendo Linguagens – Língua Portuguesa – Livro do Professor/Tânia Amaral Oliveira, Cícero de Oliveira Silva, Elizabeth Gaviolli e Lucy Araújo; ilustrações Ulhôa Cintra Com. Vis. e Arq. S/S Ltda – 1ª Ed. – São Paulo: IBEP, 2006 – (Coleção Tecendo Linguagens)*

MELLIN-OLSEN, Stieg. *The politics of mathematics education*. Dordrecht: D. Reidel, 1986.

NUNES, Terezinha (Carrraher). “Systemes alternatifs de connaissances selon différents environnements”. In: GARNIER, Catherine et al. *Après Vygotsky ET Piaget. Perspectives sociale et constructiviste. Écoles russe et occidentale*. Bruxelas: De Boek Université, 1991, pp.117-128.

PANZERI, Carla Gracioto. Educação Ambiental e itinerários curriculares no cotidiano das séries iniciais do Ensino Fundamental. *Contribuições teórico-metodológicas do projeto Acre 2000 de Educação Ambiental / AC*. Campinas, 2006. 128 p. (Dissertação de Mestrado em Ciências – UNICAMP).

PIERSON, Alice H. C., NEVES, Marcos R. *Interdisciplinaridade na Formação de professores de Ciências: conhecendo obstáculos*. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 1(2): 120-131. São Paulo, 2000.

POMBO, O., *Interdisciplinaridade Antologia*. Porto. Campo das Letras – Editores S.A. 2006

SANTOS, V.M.N., *Formação de Professores para estudos do ambiente: projetos escolares e a realidade socioambiental local* .Tese (doutorado) – UNICAMP -Campinas, SP.: [s.n.],2006.

ANEXOS

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE ASTRONOMIA E GEOFÍSICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE ASTRONOMIA

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE SÃO PAULO
DIRETORIA REGIONAL DE ENSINO DO CAMPO LIMPO
ESCOLA MUNICIPAL DE ENSINO FUNDAMENTAL PROF. LORENÇO MANUEL SPARAPAN

APLICAÇÃO PROFESSOR MESTRANDO EDUARDO ROCHA
SUPERVISÃO PROFESSOR DOUTOR ADEMIR SALES

ALUNO: KARNE DA SILVA SOUSA TURMA: 6^ªA IDADE: 11

PRIMEIRA ETAPA: Levantamento de ideias prévias.

1) Você já teve a oportunidade de ir à praia?

NÃO

2) O que são as marés?

NÃO SEI

3) Como as marés afetam a vidas das pessoas?

NÃO SEI

4) Qual é a causa das marés?

NÃO SEI

5) Existe alguma relação entre as marés, o Sol e a Lua?

NÃO SEI

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE ASTRONOMIA E GEOFÍSICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE ASTRONOMIA

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE SÃO PAULO
DIRETORIA REGIONAL DE ENSINO DO CAMPO LIMPO
ESCOLA MUNICIPAL DE ENSINO FUNDAMENTAL PROF. LORENÇO MANUEL SPARAPAN

APLICAÇÃO PROFESSOR MESTRANDO EDUARDO ROCHA
SUPERVISÃO PROFESSOR DOUTOR ADEMIR SALES

ALUNO: Doula Cristina Lima de Sa TURMA: 604 IDADE: 11

PRIMEIRA ETAPA: Levantamento de ideias prévias.

1) Você já teve a oportunidade de ir à praia?

Sim. Meu avô tinha alugado uma
casa perto da praia

2) O que são as marés?

São as águas que chegam na praia
e ficam ali e voltando várias
vezes. Eu acho!

3) Como as marés afetam a vidas das pessoas?

Não sei!

4) Qual é a causa das marés?

Não sei!

5) Existe alguma relação entre as marés, o Sol e a Lua?

Não sei!

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE ASTRONOMIA E GEOFÍSICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE ASTRONOMIA

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE SÃO PAULO
DIRETORIA REGIONAL DE ENSINO DO CAMPO LIMPO
ESCOLA MUNICIPAL DE ENSINO FUNDAMENTAL PROF. LORENÇO MANUEL SPARAPAN

APLICAÇÃO PROFESSOR MESTRANDO EDUARDO ROCHA
SUPERVISÃO PROFESSOR DOUTOR ADEMIR SALES

ALUNO: RODRIGO JUNIOR TURMA: 7A IDADE: 12

PRIMEIRA ETAPA: Levantamento de ideias prévias.

1) Você já teve a oportunidade de ir à praia?

SIM

2) O que são as marés?

NÃO SEI NUNCA OUVI ESSA PALAVRA

3) Como as marés afetam a vidas das pessoas?

NÃO SEI OQUE É MARÉ!

4) Qual é a causa das marés?

NÃO SEI

5) Existe alguma relação entre as marés, o Sol e a Lua?

NÃO SEI

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE ASTRONOMIA E GEOFÍSICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE ASTRONOMIA

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE SÃO PAULO
DIRETORIA REGIONAL DE ENSINO DO CAMPO LIMPO
ESCOLA MUNICIPAL DE ENSINO FUNDAMENTAL PROF. LORENÇO MANUEL SPARAPAN

APLICAÇÃO PROFESSOR MESTRANDO EDUARDO ROCHA
SUPERVISÃO PROFESSOR DOUTOR ADEMIR SALES

ALUNO: SAMUEL PABLO TURMA: 7A IDADE: 13

PRIMEIRA ETAPA: Levantamento de ideias prévias.

1) Você já teve a oportunidade de ir à praia?

Sim, minha mãe já me levou

2) O que são as marés?

Marés são quando a água passa do seu limite invade praia, ave-nida, barbo e etc

3) Como as marés afetam a vidas das pessoas?

Invadindo suas casas, invadindo buac e etc

4) Qual é a causa das marés?

quando o mar se eleva invade as praias

5) Existe alguma relação entre as marés, o Sol e a Lua?

Algo que sim, um pouco com a lua

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE ASTRONOMIA E GEOFÍSICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE ASTRONOMIA

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE SÃO PAULO
DIRETORIA REGIONAL DE ENSINO DO CAMPO LIMPO
ESCOLA MUNICIPAL DE ENSINO FUNDAMENTAL PROF. LORENÇO MANUEL SPARAPAN

APLICAÇÃO PROFESSOR MESTRANDO EDUARDO ROCHA
SUPERVISÃO PROFESSOR DOUTOR ADEMIR SALES

ALUNO: Johnny Fidelis Gales TURMA: 72 A IDADE: 12

PRIMEIRA ETAPA: Levantamento de ideias prévias.

1) Você já teve a oportunidade de ir à praia?

não porque não há praia aqui
mas quando vou com meus pais
para a praia

2) O que são as marés?

não sei mas acho que é água

3) Como as marés afetam a vidas das pessoas?

não sei mas acho que ajuda a pescar
marés

4) Qual é a causa das marés?

não sei

5) Existe alguma relação entre as marés, o Sol e a Lua?

não sei

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE ASTRONOMIA E GEOFÍSICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE ASTRONOMIA

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE SÃO PAULO
DIRETORIA REGIONAL DE ENSINO DO CAMPO LIMPO
ESCOLA MUNICIPAL DE ENSINO FUNDAMENTAL PROF. LORENÇO MANUEL SPARAPAN

APLICAÇÃO PROFESSOR MESTRANDO EDUARDO ROCHA
SUPERVISÃO PROFESSOR DOUTOR ADEMIR SALES

ALUNO: Thais Belarmino dos S. TURMA: 8A IDADE: 13

PRIMEIRA ETAPA: Levantamento de ideias prévias.

1) Você já teve a oportunidade de ir à praia?

Sim, já fui com minha família, e com o
grupo do meu pai.

2) O que são as marés?

Eu acho, não tenho certeza, as marés elas
ficam altas, e as vezes lá abaixo o altura da água
isso pode acontecer por causas das estrelas, e acho que a
lua tem algo a ver com isso, quando a lua tá cheia
etc, a altura da maré aumenta. ou abaixo, e talvez isso pode
3) Como as marés afetam a vidas das pessoas? muito com o ser humano.

acho que ela pode trazer alguma coisa com o
clima, a vida animal.

4) Qual é a causa das marés?

Podem ser para proteger os animais aquáticos de
não em alguns lugares das laranjas tem marés
e impede de animais aquáticos de alimentarem de
certos ou não!

5) Existe alguma relação entre as marés, o Sol e a Lua?

Sim, não sei qual mas existe!

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE ASTRONOMIA E GEOFÍSICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE ASTRONOMIA

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE SÃO PAULO
DIRETORIA REGIONAL DE ENSINO DO CAMPO LIMPO
ESCOLA MUNICIPAL DE ENSINO FUNDAMENTAL PROF. LORENÇO MANUEL SPARAPAN

APLICAÇÃO PROFESSOR MESTRANDO EDUARDO ROCHA
SUPERVISÃO PROFESSOR DOUTOR ADEMIR SALES

ALUNO: Luigi Giacchino Soares TURMA: 8²A IDADE: 13

PRIMEIRA ETAPA: Levantamento de ideias prévias.

1) Você já teve a oportunidade de ir à praia?

Sim

2) O que são as marés?

As marés são ondas

3) Como as marés afetam a vidas das pessoas?

Elas afetam por causa das ondas

4) Qual é a causa das marés?

Por causa da água que por conta gravidade a água produzida as ondas

5) Existe alguma relação entre as marés, o Sol e a Lua?

Sim

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE ASTRONOMIA E GEOFÍSICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE ASTRONOMIA

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE SÃO PAULO
DIRETORIA REGIONAL DE ENSINO DO CAMPO LIMPO
ESCOLA MUNICIPAL DE ENSINO FUNDAMENTAL PROF. LORENÇO MANUEL SPARAPAN

APLICAÇÃO PROFESSOR MESTRANDO EDUARDO ROCHA
SUPERVISÃO PROFESSOR DOUTOR ADEMIR SALES

ALUNO: Engel TURMA: 37 IDADE: 14

PRIMEIRA ETAPA: Levantamento de ideias prévias.

1) Você já teve a oportunidade de ir à praia?

não

2) O que são as marés?

marés são os níveis de água do mar

3) Como as marés afetam a vidas das pessoas?

4) Qual é a causa das marés?

são os ventos e a força gravitacional da lua

5) Existe alguma relação entre as marés, o Sol e a Lua?

sim

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE ASTRONOMIA E GEOFÍSICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE ASTRONOMIA

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE SÃO PAULO
DIRETORIA REGIONAL DE ENSINO DO CAMPO LIMPO
ESCOLA MUNICIPAL DE ENSINO FUNDAMENTAL PROF. LORENÇO MANUEL SPARAPAN

APLICAÇÃO PROFESSOR MESTRANDO EDUARDO ROCHA
SUPERVISÃO PROFESSOR DOUTOR ADEMIR SALES

ALUNO: Vitória Rodrigues Albuquerque TURMA: 9ªA IDADE: 14

PRIMEIRA ETAPA: Levantamento de ideias prévias.

1) Você já teve a oportunidade de ir à praia?

Sim já fui uma vez com a minha mãe e meus dois irmãos e um amigo da minha mãe que levou a gente de carro.

2) O que são as marés?

Eu acho que são as minúsculas quando o mar fica agitado.

3) Como as marés afetam a vidas das pessoas?

Não Sei.

4) Qual é a causa das marés?

As marés são causadas pela agitação do mar.

5) Existe alguma relação entre as marés, o Sol e a Lua?

Acho que sim porque dependendo de como o sol e a lua estiverem o mar pode ficar mais ou menos agitado.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE ASTRONOMIA E GEOFÍSICA
DIRETORIA REGIONAL DE ENSINO DO CAMPO LIMPO
EMEF PROF. LORENÇO MANOEL SPARAPAN

APLICAÇÃO: MESTRANDO EDUARDO ROCHA
ORIENTAÇÃO: PROFESSOR DOUTOR ADEMIR SALES

ALUNO: MAIQUE DA SILVA SOUSA TURMA: 6ª IDADE: 11

SEGUNDA ETAPA: Conhecimento mediado.

1) Você já teve a oportunidade de ir à praia?

NÃO

2) O que são as marés?

A SUBIDA E DESCIDA DIÁRIA DO NÍVEL DO MAR

3) Como as marés afetam a vidas das pessoas?

AJUDANDO OS NAVIOS A NAVEGAR MAIS PERTO DA COSTA

4) Qual é a causa das marés?

A FORÇA GRAVITACIONAL DA TERRA E DA LUA SOBRE A TERRA

5) Explique a diferença entre maré de sizígia e maré de quadratura. Faça um desenho explicando a posição do Sol e da Lua em cada uma das marés.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE ASTRONOMIA E GEOFÍSICA
DIRETORIA REGIONAL DE ENSINO DO CAMPO LIMPO
EMEF PROF. LORENÇO MANOEL SPARAPAN

APLICAÇÃO: MESTRANDO EDUARDO ROCHA
ORIENTAÇÃO: PROFESSOR DOUTOR ADEMIR SALES

ALUNO: Isila Cristina Lima dos Santos TURMA: 604 IDADE: 11

SEGUNDA ETAPA: Conhecimento mediado.

1) Você já teve a oportunidade de ir à praia?

Sim

2) O que são as marés?

O nível de água do mar sobe e desce do
mar

3) Como as marés afetam a vidas das pessoas?

ajuda com barcas, cardumes e
outras

4) Qual é a causa das marés?

A força gravitacional do sol e
da lua sobre a Terra

5) Explique a diferença entre maré de sizígia e maré de quadratura. Faça um desenho explicando a posição do Sol e da Lua em cada uma das marés.

A maré de sizígia é mais significativa
e a maré de quadratura é menos
significativa.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE ASTRONOMIA E GEOFÍSICA
DIRETORIA REGIONAL DE ENSINO DO CAMPO LIMPO
EMEF PROF. LORENÇO MANOEL SPARAPAN

APLICAÇÃO: MESTRANDO EDUARDO ROCHA

ORIENTAÇÃO: PROFESSOR DOUTOR ADEMIR SALES

ALUNO: RAIOLGO JUNIOR DE PAULINA SILVA TURMA: 7^oA IDADE: 12

SÉGUNDA ETAPA: Conhecimento mediado.

1) Você já teve a oportunidade de ir à praia?

SIM

2) O que são as marés?

AUMENTO E DECRESCIMENTO DO NÍVEL DO MAR

3) Como as marés afetam a vidas das pessoas?

AJUDA OS BARCOS, OS PESCADORES, ~~QUE~~ QUANDO O NÍVEL ESTÁ ALTO MAS TAMBÉM DEIXA OS BARCOS ABANDONADOS E PODE SUBIR NAS RUAS

4) Qual é a causa das marés?

A COMBINAÇÃO DA FORÇA GRAVITACIONAL DA LUA E DO SOL NA TERRA

5) Explique a diferença entre maré de sizígia e maré de quadratura. Faça um desenho explicando a posição do Sol e da Lua em cada uma das marés.

A MARÉ DE SIZÍGIA É QUANDO O SOL E A LUA COMBINAM SUAS FORÇAS GRAVITACIONAL E CAUSA AS MARÉS E A MARÉ DE QUADRATURA A LUA ANULA O SOL E O SOL ANULA A LUA

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE ASTRONOMIA E GEOFÍSICA
DIRETORIA REGIONAL DE ENSINO DO CAMPO LIMPO
EMEF PROF. LORENÇO MANOEL SPARAPAN

APLICAÇÃO: MESTRANDO EDUARDO ROCHA
ORIENTAÇÃO: PROFESSOR DOUTOR ADEMIR SALES

ALUNO: Samuel Belo

TURMA: 7A IDADE: 14

SÉGUNDA ETAPA: Conhecimento mediado.

1) Você já teve a oportunidade de ir à praia?

Sim

2) O que são as marés?

Subida e queda da água do mar

3) Como as marés afetam a vidas das pessoas?

Alagando ruas ajuda aos pescadores e barcos para chegar ao porto

4) Qual é a causa das marés?

A força gravitacional do sol e da lua

5) Explique a diferença entre maré de sizígia e maré de quadratura. Faça um desenho explicando a posição do Sol e da Lua em cada uma das marés.

MARÉ DE SIZÍGIA → quando o sol e a lua estão alinhados e cria uma força gravitacional
MARÉ DE QUADRATURA → quando o sol e a lua não estão alinhados e um anula a força gravitacional do outro

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE ASTRONOMIA E GEOFÍSICA
DIRETORIA REGIONAL DE ENSINO DO CAMPO LIMPO
EMEF PROF. LORENÇO MANOEL SPARAPAN

APLICAÇÃO: MESTRANDO EDUARDO ROCHA
ORIENTAÇÃO: PROFESSOR DOUTOR ADEMIR SALES

ALUNO: Johnny Fidelis Gess TURMA: 72 A IDADE: 12

SEGUNDA ETAPA: Conhecimento mediado.

1) Você já teve a oportunidade de ir à praia?

Sim

2) O que são as marés?

É a subida e descida do mar alternadamente

3) Como as marés afetam a vidas das pessoas?

tipo a subida das marés ajudam as pescadoras
nas que as peixes ficam mais perto das praias.
É descida atrapalha elas pois que as peixes
ficam mais longe das praias

4) Qual é a causa das marés?

a gravitação do sol e da lua que se combinam
na terra

5) Explique a diferença entre maré de sizígia e maré de quadratura. Faça um desenho explicando a posição do Sol e da Lua em cada uma das marés.

MARÉ DE SIZÍGIA É QUANDO O SOL, A LUA E A
TERRA FICAM ALINHADOS E A MARÉ É DE QUADRATURA
É QUANDO O SOL, A LUA E A TERRA FICAM EM UM

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE ASTRONOMIA E GEOFÍSICA
DIRETORIA REGIONAL DE ENSINO DO CAMPO LIMPO
EMEF PROF. LORENÇO MANOEL SPARAPAN

APLICAÇÃO: MESTRANDO EDUARDO ROCHA
ORIENTAÇÃO: PROFESSOR DOUTOR ADEMIR SALES

ALUNO: Thay Belarmino dos Santos TURMA: 3A IDADE: 13

SÉGUNDA ETAPA: Conhecimento mediado.

1) Você já teve a oportunidade de ir à praia?

Sim

2) O que são as marés?

O maré como diz o professor é a subida e descida diária da maré da maré, sobe diariamente e desce também.

3) Como as marés afetam a vidas das pessoas?

na afetam principalmente os barqueiros pelo fato da maré baixa não vai dar para atracar ou pescar porque o fundo do barco vai bater na areia e não vai dar para navegar.

4) Qual é a causa das marés?

inundação ao longo a praia e perto de casa e quando for perto, o barqueiro não tem como ir pescar e o pescador não tem muito resultado pois não tem muito peixe no mar baixa.

5) Explique a diferença entre maré de sizígia e maré de quadratura. Faça um desenho explicando a posição do Sol e da Lua em cada uma das marés.

A maré de quadratura é fraca não vai subir muito e nem descer muito e assim.
A maré de sizígia é forte vai subir muito e vai descer bastante e é forte.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE ASTRONOMIA E GEOFÍSICA
DIRETORIA REGIONAL DE ENSINO DO CAMPO LIMPO
EMEF PROF. LORENÇO MANOEL SPARAPAN

APLICAÇÃO: MESTRANDO EDUARDO ROCHA
ORIENTAÇÃO: PROFESSOR DOUTOR ADEMIR SALES

ALUNO: Aluno: [nome] [sobrenome] TURMA: 5-4 IDADE: 17

SÉGUNDA ETAPA: Conhecimento mediado.

1) Você já teve a oportunidade de ir à praia?

sim

2) O que são as marés?

É a subida e descida diária da nível do mar

3) Como as marés afetam a vidas das pessoas?

Por causa da maré as pessoas não podem

4) Qual é a causa das marés?

É a força gravitacional da lua e do sol sobre a terra

5) Explique a diferença entre maré de sizígia e maré de quadratura. Faça um desenho explicando a posição do Sol e da Lua em cada uma das marés.

maré de sizígia é quando a terra, o sol e a lua estão alinhados
maré de quadratura é quando há um ângulo de 90° entre o sol e a lua

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE ASTRONOMIA E GEOFÍSICA
DIRETORIA REGIONAL DE ENSINO DO CAMPO LIMPO
EMEF PROF. LORENÇO MANOEL SPARAPAN

APLICAÇÃO: MESTRANDO EDUARDO ROCHA
ORIENTAÇÃO: PROFESSOR DOUTOR ADEMIR SALES

ALUNO: Amgoid Santos Monte TURMA: 9-A IDADE: 14

SÉGUNDA ETAPA: Conhecimento mediado.

1) Você já teve a oportunidade de ir à praia?

nao

2) O que são as marés?

e a subida e descida diaria do nivel do mar

3) Como as marés afetam a vidas das pessoas?

Porque no pesca. Porque a maré esta baixa as
peixes ficam la e ficam em algum lugar, quando a
maré esta alta os peixes mais perto do costa

4) Qual é a causa das marés?

a gravidade do sol e da lua

5) Explique a diferença entre maré de sizígia e maré de quadratura. Faça um desenho explicando a posição do Sol e da Lua em cada uma das marés.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE ASTRONOMIA E GEOFÍSICA
DIRETORIA REGIONAL DE ENSINO DO CAMPO LIMPO
EMEF PROF. LORENÇO MANOEL SPARAPAN

APLICAÇÃO: MESTRANDO EDUARDO ROCHA

ORIENTAÇÃO: PROFESSOR DOUTOR ADEMIR SALES

ALUNO: Vitória Rodrigues Albuquerque TURMA: 9ª IDADE: 14

SÉGUNDA ETAPA: Conhecimento mediado.

1) Você já teve a oportunidade de ir à praia?

Sim

2) O que são as marés?

Sulida e descida diária do nível do mar.

3) Como as marés afetam a vidas das pessoas?

Maré baixa, maré alta, maré cheia.
E se a maré estiver muito alta e a cidade for muito baixa a água pode acabar inundando a cidade.

4) Qual é a causa das marés?

A força gravitacional de sol e da lua.

5) Explique a diferença entre maré de sizígia e maré de quadratura. Faça um desenho explicando a posição do Sol e da Lua em cada uma das marés.

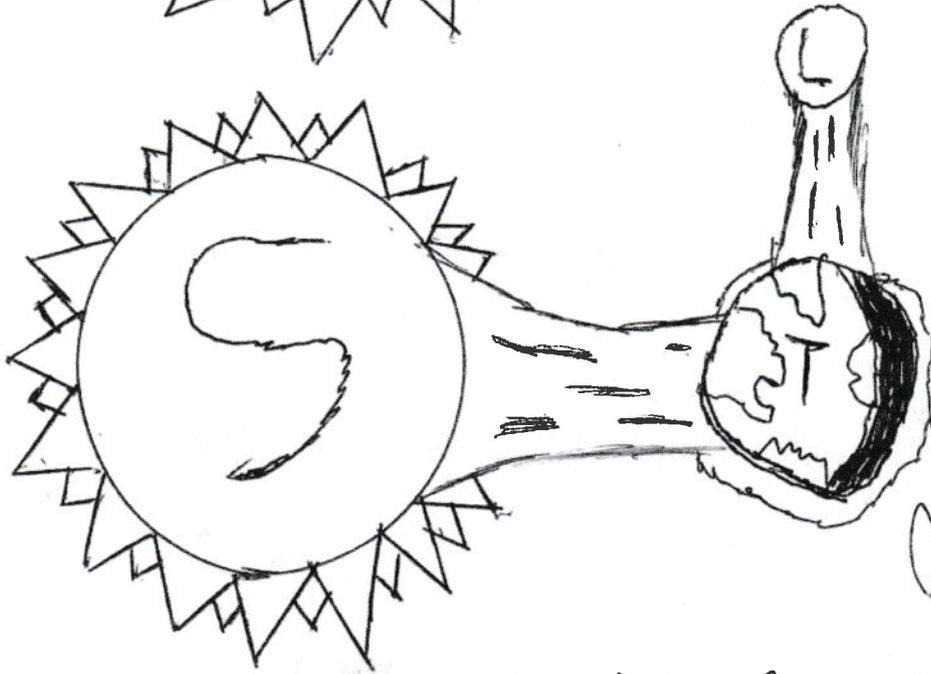
SIZIGIA



QUADRATURA



MARE' DE SIZZIGIA



MARE' DE QUADRATURA

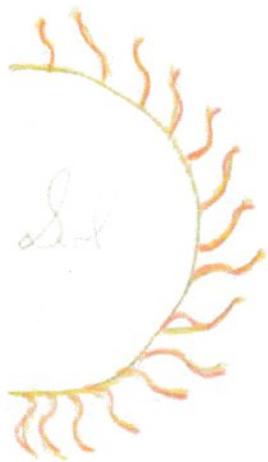
Equinócio



terra

A maré de Equinócio é o Sol a Terra e a Lua alinhados, o nível do mar sobe e desce por causa da gravidade da lua e do sol, mas não há um grande maré devido ao fato de que a maré de quadratura

Quadratura

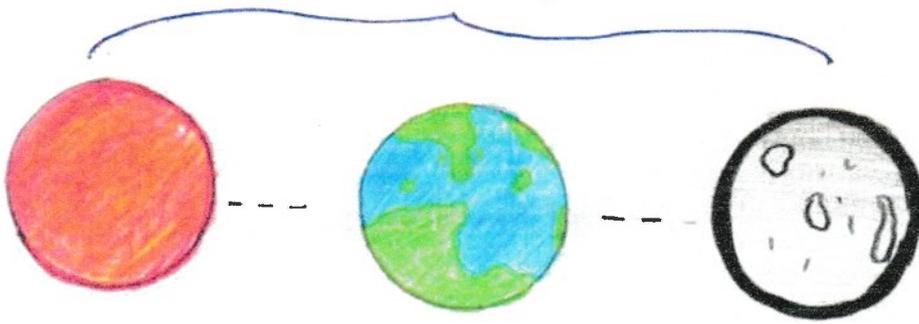


terra

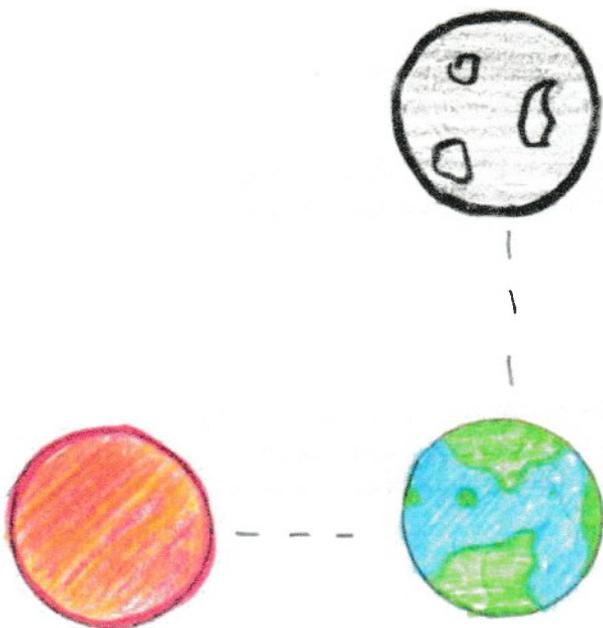
A maré de quadratura é o Sol a Terra e a Lua no ângulo de 90°, a maré de quadratura sobe e desce, mas não há um grande maré devido ao fato de que a maré de Equinócio

Sizigia

Angulo Reto (180°)

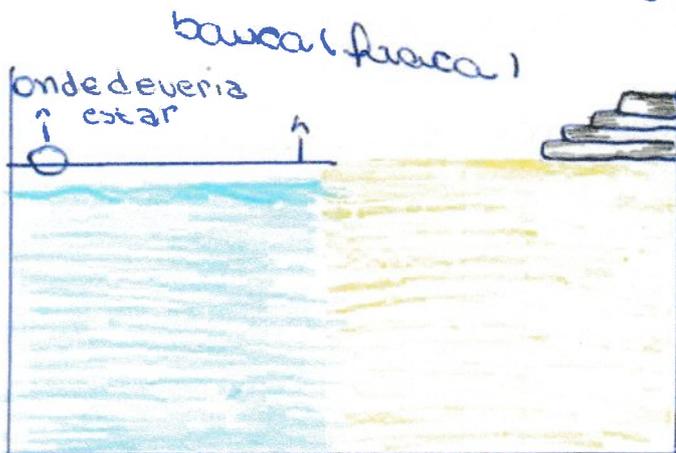


Quadratura



90° graus

maré de quadratura

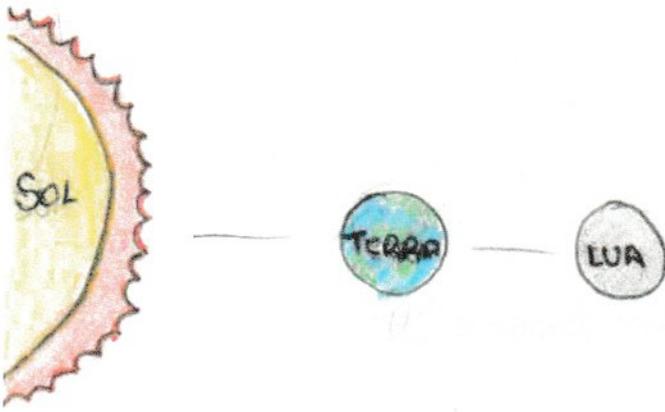


Maré de Sizigia



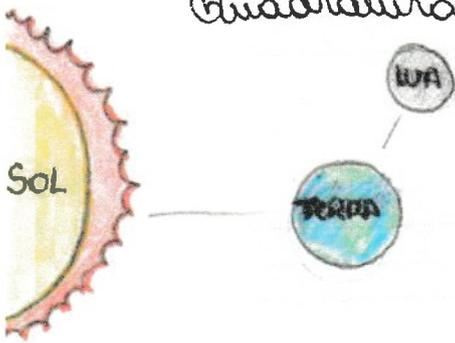
Sizigia

Quando a maré fica mais intensa.



Quadratura

Quando a maré fica menos intensa porque a força gravitacional do sol e da lua estão se anulando.



siziza = Quando a maré fica mais alta
rocha



quadratura = Quando a maré fica menor
elavrodo



Sizígia



O SOL, A TERRA E A LUA SE ALINHAM, ASSIM AS FORÇAS GRAVITACIONAIS COMBINAM, POSSA SER QUE A MAREIA SUBA ADESSA MAIS QUE O NORMAL

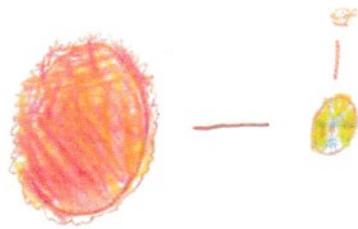


A TERRA, O SOL E A LUA FAZEM ANGULO DE 90° GRAUS, ASSIM AS FORÇAS GRAVITACIONAIS ANULAM E A MAREIA FICA CALMA.

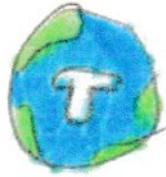
MARÉ DE SIZIGIA



MARÉ DE QUADRATURA



mare de sizigia



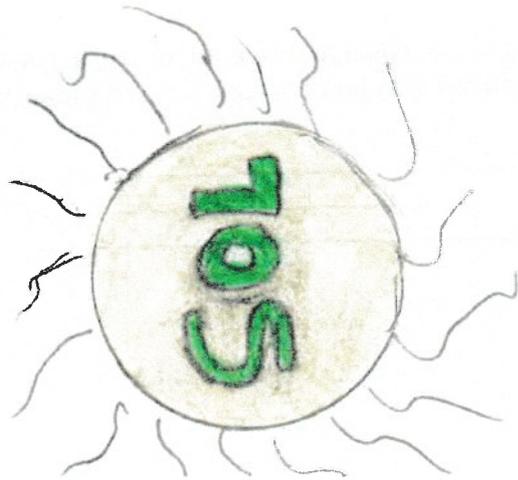
mare de sizigia



mare de quadratura

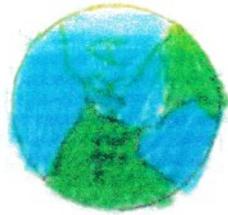
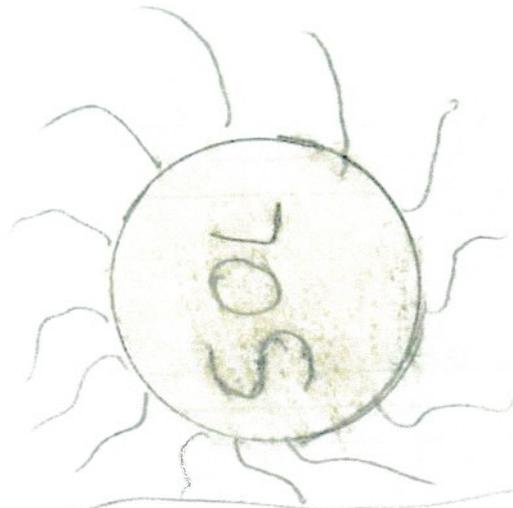


MARÉ DE SIZÍGIA



NA MARÉ DE QUADRATURA O SOL, TERRA E LUA FICAM NO ÂNGULO DE 90° GRAUS A LUA ANULA A FORÇA DO SOL E O SOL ANULA A FORÇA DA LUA

MARÉ DE SIZÍGIA



NA MARÉ DE SIZÍGIA A SOL, TERRA E LUA FICAM ALINHADOS

NESSA MARÉ O SOL E A LUA COMBINAM AS FORÇAS E AS MARÉS FICAM MAIS ALTAS