

**A CONCEPÇÃO SOBRE MARÉS DOS ESTUDANTES DO LITORAL NORTE
PAULISTA: INVESTIGANDO AS RELAÇÕES EXISTENTES COM O
DESENVOLVIMENTO HISTÓRICO DO CONCEITO**

Rodrigo Henrique Revelete Godoy¹, Alex Lino²

¹ Graduando em Licenciatura em Física, Bolsista PIBIFSP, IFSP, Câmpus Caraguatatuba, rodrigohenrique30ifsp@gmail.com.

² Professor Doutor do IFSP, Câmpus Caraguatatuba, alexlinoassis@gmail.com
Área de conhecimento (Tabela CNPq): 7.08.04.02-8 Métodos e Técnicas de Ensino

RESUMO: Esta pesquisa tem como objetivo investigar as concepções que os estudantes do ensino básico e superior do litoral norte paulista apresentam a respeito do efeito das marés, assim como traçar e comparar essas concepções espontâneas com as explicações que surgiram ao longo da história. Por meio dessa comparação poderemos inferir se algumas dessas concepções são obstáculos de natureza epistemológica. Para isso realizou-se uma pesquisa bibliográfica em livros e artigos sobre o tema *história da ciência* traçando uma cronologia a respeito do desenvolvimento da explicação do efeito de maré. Posteriormente serão aplicados questionários aos estudantes alvo para coleta de dados sobre o conhecimento dos mesmos e também verificar a existência de obstáculos epistemológicos sobre o tema. Assim com base nos resultados será ponderada a construção de um material didático a respeito do tema para ser trabalhado em sala de aula.

PALAVRAS-CHAVE: Efeito de maré; Concepções alternativas; História da ciência; Ensino de física.

1 INTRODUÇÃO

Com o intuito de melhorar o processo de ensino e aprendizagem, pesquisadores da área da educação vêm trabalhando para formular teorias de como se dá o processo de aprendizagem, para que o ato de ensinar em todas as suas áreas conte com um conhecimento estruturado de metodologias e formas de se trabalhar o conhecimento. Com base nisso, esta pesquisa acompanha a ideia que vem sendo proposta e trabalhada há algumas décadas e tem demonstrado bons resultados: a inserção da HFC (História da Filosofia e Ciência) no ensino de ciências.

Dentro desta existe a proposta que buscar entender como se da a construção de um conceito observando a história da sua evolução, buscando assim a existência de fatores que possam ter contribuído de forma positiva para tal entendimento e com isso conseguir ferramentas que, se propostas de forma semelhante, podem gerar uma maior facilidade no processo de aprendizagem. Esta ideia se fundamenta na seguinte lógica: se os indivíduos estão sujeitos às mesmas dificuldades epistemológicas encontradas no estudo histórico, então devem estar sujeitos aos relativos mecanismos de superação para que as dificuldades sejam superadas (LINO, 2016).

Considerando as assertivas anteriores esta pesquisa buscou entender como se deu o desenvolvimento histórico do conceito de marés e conseqüentemente verificar a existência de formas para aplicar as descobertas no ensino de física.

2 TEORIA

Piaget nos apresenta que o conhecimento está associado ao seu contexto histórico, logo a história de um conhecimento nos dá detalhes sobre seu significado epistêmico. Além disso, pode-se afirmar que, seja de forma individual ou coletivamente, o conhecimento é um constructo em constante transformação. Estas duas epistemologias podem ser análogas no âmbito da construção do conhecimento, seja na parte histórica e filosófica do conhecimento ou no período de aprendizagem de um conceito, quando, partindo de níveis muito baixos compostos por estruturas pré-lógicas, o indivíduo alcançará normas pré-científicas que resultarão na sua fusão com o pensamento científico. A principal razão do parentesco entre a epistemologia de um conceito e a epistemologia genética está no fato de os dois tipos de análises conduzirem, cedo ou tarde, independentemente da grande diferença dos materiais utilizados, a encontrar, em todos os níveis, o problema dos instrumentos e dos mecanismos semelhantes, não somente nas interações elementares entre sujeitos e objetos, mas, sobretudo no modo como o nível anterior condiciona a formação do seguinte, o que significa colocar os mesmos problemas gerais, comuns a qualquer desenvolvimento epistêmico (PIAGET; GARCIA, 2011).

Para um obstáculo ser epistemológico, ele deve ser inerente ao saber e ter uma relação epistêmica com a história e o desenvolvimento cognitivo. A sua identificação pode contribuir com o ensino-aprendizagem de conceitos científicos pelas evidências de seus mecanismos de superação, que são aqueles pelos quais uma dificuldade pode ser superada, porém sem anular uma concepção alternativa e assim. Pelo estudo histórico de um conceito é possível investigar as dificuldades existentes e seus respectivos mecanismos de superação

No entanto, para que um conhecimento possa ser identificado ou classificado como um obstáculo epistemológico, deve ser investigado seu caráter de persistência, o que pode ser enfatizado por meio das concepções alternativas dos indivíduos que interagem com o conceito (BROUSSEAU, 1983). Isso pode ser feito por meio da investigação de:

1. Estudo histórico do desenvolvimento de um conceito evidenciando:

- a. As dificuldades enfrentadas pelos personagens que contribuíram para este desenvolvimento;
 - b. Os meios que utilizaram para enfrentar tais dificuldades (mecanismos de superação);
 - c. A persistência dessas dificuldades.
2. Estudo das concepções alternativas dos estudantes em relação ao conceito que foi analisado historicamente. Estas concepções devem:
- a. Ser estudadas e identificadas de modo global, em diferentes contextos;
 - b. Se repetir com frequência;
 - c. Ser comparadas com as dificuldades ocorridas historicamente.
3. Esta comparação e relação permitirá identificar e classificar este conhecimento como um obstáculo epistemológico quando apresentarem similaridades.
4. Os mecanismos de superação identificados historicamente podem ser utilizados para o enfrentamento dessas dificuldades mais recorrentes por parte dos estudantes. Quando necessário, estes mecanismos deverão ser transpostos didaticamente, no sentido de modificar e atualizar os conceitos e a linguagem para os parâmetros mais atuais.

A vantagem aqui defendida quanto à classificação de concepções alternativas como obstáculos epistemológicos vem de encontro a ideias epistemológicas cognitivas e históricas (PIAGET; GARCIA, 2011) onde se certas dificuldades devem ser superadas para o desenvolvimento do conceito com determinados mecanismos no campo da ciência, no processo de ensino aprendizagem esses mecanismos podem ser utilizados para superar os obstáculos epistemológicos se realizada uma transposição didática de acordo com a realidade onde o aluno está inserido.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa num primeiro momento se caracterizou exclusivamente por uma revisão bibliográfica de livros e artigos encontrados pelo orientado e orientador. Foram realizadas buscas na internet e na biblioteca do campus do IFSP-CAR quanto a trabalhos promissores da área de história da ciência que pudessem contribuir para a pesquisa, dos quais se pode citar o livro Conceitos de Força do autor Max Jammer (2011), um dos apêndices do livro de Galileu Galilei (2011), Diálogo sobre os dois máximos sistemas de mundo ptolomaico e copernicano traduzido por Pablo Rubén Mariconda.

Posteriormente, com base nos dados históricos, foi elaborado um questionário piloto que teve como intuito avaliar se as questões elaboradas conseguiam extrair possíveis concepções a serem apresentadas pelos participantes. As questões propostas estavam mescladas entre abertas e fechadas para que o participante apresentasse suas opiniões quando necessário com as questões abertas, mas que fosse possível coletar informações mais específicas e diretas com as questões fechadas. Um exemplo dessas questões é “Você saberia descrever o que é o efeito de maré? No espaço abaixo tente explicar o que é o efeito de maré, você pode usar a forma que preferir como palavras, desenhos ou até mesmo equações matemáticas”, uma questão aberta que buscava descobrir a compreensão desse aluno sobre a explicação do efeito de maré não só por meio de palavras, mas também por outros métodos como imagens que poderiam ser enviadas. Este questionário foi aplicado de maneira informal a uma quantidade pequena de alunos do campus a fim de testar a qualidade das questões elaboradas. A análise dos poucos dados foi realizada por meio de uma reunião com o orientador para avaliar se o questionário conseguia extrair as informações necessárias e identificar as falhas e acertos da ferramenta de pesquisa. Chegou-se à conclusão que o questionário necessitava de intensas alterações, que foram feitas gerando uma nova ferramenta de pesquisa que tem como alvo uma grande quantidade de alunos começando pelos do IFSP-CAR, mas havendo possibilidade de expandir para diferentes escolas públicas e particulares do litoral norte a fim de atingir uma grande amostra de dados, é importante ressaltar que o questionário conta em seu início com o termo de consentimento livre esclarecido padrão da instituição descrevendo de forma clara e objetiva os objetivos da pesquisa assim como solicitando as autorizações necessárias para coleta e uso dos dados, também é importante ressaltar que no início do projeto foi assinado um documento quanto aos comprometimentos éticos da pesquisa. Por fim em posse dos dados obtidos pelos questionários será realizada a análise buscando nas respostas obtidas concepções semelhantes às apresentadas pelos estudiosos presentes na história assim verificando possíveis concepções apresentadas pelos participantes para então poder inferir se estes são obstáculos epistemológicos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos até o momento nos auxiliam a determinar a possível linha cronológica do desenvolvimento do conceito de marés, onde a análise foi feita até o início da idade moderna. Pode-se inferir que de acordo com o livro “Conceitos De Força: Um

Estudo Sobre Os Fundamentos Da Dinâmica” de Max Jammer (2011) que os primeiros povos a se questionarem sobre o tema foram os gregos antigos, cronologicamente Aristóteles, Aristarco, Seleuco, Posidônio e Ptolomeu. Esses pensadores formularam as primeiras propostas para a explicação do efeito das marés, mas é importante ressaltar que essas explicações em grande parte foram resultados de seus trabalhos para explicar outros fenômenos, a exemplo Aristóteles que teria tentado explicar os efeitos das marés os justificando como um efeito de pressão dos ventos ocasionados por empurrões do Sol, remetendo à tentativa de Aristóteles de justificar suas ideias de força.

Outras explicações interessantes obtidas foram as de Seleuco e Posidônio, sendo que o primeiro, influenciado pelas teorias heliocêntricas de seu mestre Aristarco, propõe que o efeito das marés seria consequência do efeito de rotação do planeta e o segundo traz uma das relações entre a maré e a lua mais coerentes com a realidade. Posidônio se dedicou durante um tempo ao estudo específico das marés viajando pelo continente europeu em busca de locais onde esse efeito pudesse ser analisado efetivamente, encontrando em Gades, hoje Cádiz na Espanha, observações profícuas que o levaram a dizer que o efeito das marés ocorreria por uma força causada pela Lua nos mares, força essa que seria totalmente diferente da proposta por Aristóteles e não precisava de um contato entre os objetos para ocorrer, mas sim por uma correspondência única entre os objetos o que ele chamava de “simpatia”, uma correspondência que se ligava e propagava entre os objetos.

Posteriormente o estudo das marés só voltou a se desenvolver na idade média, filosoficamente discutida pelos pensadores renascentistas, mas majoritariamente de forma qualitativa pelos navegantes participantes das grandes navegações, o efeito das marés que tinha sua vertente positiva e negativa remetendo aos conceitos de “simpatia” e “antipatia” em decorrência dos seus movimentos se subir e descer das águas. O efeito tinha uma grande importância aos marinheiros para fins de descrição e previsão, e ao contrário dos antepassados, que buscaram entender o que causa a maré, os navegadores queriam apenas poder saber quando ela aconteceria e são desses navegantes que surgem os mais pertinentes, decisivos e completos relatos e descrições sobre onde, quando e como aconteciam as marés nas costas oceânicas da Europa, África, América e Índia e das correntes em estreitos como Gibraltar, Magalhães e Madagascar.

Por fim podemos citar os últimos pensadores que trabalharam com o tema até a idade moderna: Nicolau Copérnico, Galileu Galilei, Francis Bacon, René Descartes, Isaac Newton (para esta fase Copérnico e Galileu compartilhavam ideias semelhantes). Sobre

Copérnico não foram encontrados trabalhos que falassem sobre marés, mas sim menções de que ele havia se dedicado a explicar as marés com o intuito de provar a existência do movimento de rotação da Terra e assim alicerçar sua teoria heliocêntrica. Galileu, tendo o mesmo objetivo, se empenhou em seu livro “Dialogo entre os dois Máximos sistemas do mundo” a provar a rotação da Terra por meio das marés. Para Galileu o efeito de marés tinha como a lua um fator secundário e a rotação da terra um efeito primário - isso leva ao porquê de em a Quarta Jornada, Galileu ser alvo de severas críticas quanto à sua imparcialidade e manipulação proposital de dados e teorias que corroborem com suas ideias e interesses. Segundo Mariconda (2011) o desejo de Galileu de ter uma vingança contra a igreja e de excluir aquele conhecimento que ele julgava errado teriam tido grande impacto na escrita de seus trabalhos sobre o efeito de maré, porém para defender o trabalho de Galileu o autor também apresenta o argumento de que apesar da má fé de Galileu seus escritos não foram feitos sem base lógica como se pode ver na seguinte citação:

É surpreendente encontrar, nessa teoria falsa, uma boa parte daquilo que vai faltar à teoria “correta” do final do século: avaliação das velocidades fantásticas nas quais deveria propagar o efeito da maré., se não se levasse em conta o movimento da Terra, variação da intensidade do fenômeno entre as duas extremidades do mediterrâneo, amplitude muito fraca num mar estreito orientado mais ou menos do norte para o sul como o Mar Vermelho, deslocamento horizontal das águas tanto mais forte em um ponto quanto menos elas aí se desloquem no sentido vertical etc. O simples exemplo da oscilação em um recipiente é revelador: falta apenas o que dá nascimento à oscilação do mar” O modelo seguinte (ou seja, de Newton) vai enunciar essa origem e esquecer a oscilação (...) (MARICONDA, 2011 pag. 840).

Outros dois pesquisadores que se interessaram pelas marés foram Bacon e Descartes, onde a teoria do primeiro se assemelha muito à Aristotélica, porém agora ele tenta dar uma explicação mais rebuscada ao movimento do ar sobre os oceanos. Já Descartes traz novamente a importância da lua sobre as marés, mas ele traz formas de como o movimento da lua empurraria também o ar e faria ocorrer às marés.

Por fim Newton, quando se interessa em explicar as marés, contava com uma série de trabalhos já feitos até então e, com base na sua teoria da gravitação universal, propõe a explicação para as marés que preencheria os principais pontos que outros não consideraram. Newton propõe que as marés seriam o resultado de efeitos gravitacionais e das características da terra, porém duas forças teriam um papel principal, a força de atração da lua em primeiro e do sol em segundo, sendo o efeito uma resultante vetorial das forças que agem nesse sistema e que explica o porquê do efeito ocorrer de forma proporcional em extremos opostos. Entretanto a citação anterior aponta que Newton apresentou a explicação principal do problema mas não a completa, esquecendo-se por

exemplo da influência das super velocidades decorrentes da rotação da Terra que agem no sistema.

Terminada essa revisão bibliográfica até o início da idade moderna deu-se início a segunda parte da pesquisa, e para isso foi elaborada uma proposta de questionário aplicada na forma piloto informalmente, a título de avaliação da qualidade do mesmo. Este gerou uma quantidade pequena de dados, que remetem principalmente à qualidade do questionário, nos quesitos coerência, objetividade e forma das questões, mas que foi muito importante, no sentido de entender que a ferramenta tinha muitas falhas e necessitava ser reformulada, o que já aconteceu. No final do mês de outubro se deu início à uma coleta de dados dos alunos de alguns cursos do IFSP-CAR.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão bibliográfica sobre a parte histórica apresentou alguns obstáculos que remetem à exatidão dos fatos sendo estes datas de acontecimento dos fatos, explicações e concepções apresentadas pelos pesquisadores, porém apontou que de fato este trabalho tem potencial especial pela especificidade do tema proposto. Toda a pesquisa feita até o momento necessitou da análise de fontes onde praticamente nenhuma tinha como intuito direto discutir o efeito de maré, e sim outros temas diversos da física e história da ciência, logo este trabalho, quando finalizado, poderá se tornar uma importante ferramenta didática para discutir especificamente o efeito de maré.

Quanto à fase de pesquisa e de discussões ainda está em etapa intermediária como citado anteriormente e já apresentou questões importantes, principalmente para a melhora da ferramenta de pesquisa, que quando corrigidas possibilitaram o início da fase de coleta de dados sobre as concepções apresentadas pelos estudantes do litoral norte paulista. O questionário está sendo aplicado de forma digital e a princípio aos alunos dos cursos de ensino médio integrado e alguns de nível superior do IFSP-CAR, pretendendo-se expandir para as demais escolas públicas e privadas que estiverem ao alcance e dispostas a colaborar com a pesquisa. Em posse dos dados será realizada uma comparação entre as concepções encontradas historicamente e nas respostas dos participantes para assim poder inferir se esses se constituem como obstáculos epistemológicos.

REFERÊNCIAS

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuições para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto Editora, 1996.

BROUSSEAU, G. Les obstacles épistémologiques et les problèmes en mathématiques. **Recherches En Didactique Des Mathématiques**, Grenoble, v. 4.2, p.164-198, 1983.

GALILEI, Galileu. Diálogo sobre os dois máximos sistemas de mundo ptolomaico e copernicano. 3. ed. São Paulo: Editora 34, 2011. 887 p. Tradução, introdução e notas: Pablo Rubén Mariconda.

JAMMER, M. **Conceitos de Força**: estudo sobre os fundamentos da dinâmica. Rio de Janeiro: Contraponto, 2011. 333 p. Tradução: Vera Ribeiro.

LINO, Alex. O DESENVOLVIMENTO HISTÓRICO DO CONCEITO DE ENERGIA: SEUS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS E SUAS INFLUÊNCIAS PARA O ENSINO DE FÍSICA. 2016. 360 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Educação Para O Ensino de Ciências e A Matemática, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2016.

PAIS, L. C. *Didática da matemática*: uma análise da influência francesa. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

PIAGET, Jean; GARCIA, Rolando. **Psicogênese e História das Ciências**. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2011. 375 p. Tradução de: Giselle Unti.

SILVA, L. H. A.; ZANON, L. B. **Experimentação no ensino de ciências**. In: SCHNETZER, Roseli P.; ARAGÃO, R. M. R. (Orgs.) Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens. Campinas: V Gráfica, 2000. p. 120-153.