

Guia Rápido de História da Física - A construção da Mecânica e as Leis de Newton

1. **Aristóteles (384 a.C. - 322 a.C., Grécia)**

- Foi o primeiro pensador da História que buscou entender e descrever o movimento dos corpos na superfície terrestre (suas hipóteses perduraram por quase dois milênios). Para ele, o movimento era entendido como uma mudança de local e quatro substâncias primárias eram responsáveis por se combinar e originar os diferentes corpos terrestres: o ar, a água, o fogo e a terra;
- Muitas de suas ideias são intuitivas do ponto de vista cotidiano, tendo muitas semelhanças com as ideias que os estudantes possuem sobre o movimento dos corpos. Contudo, todas elas são embasadas nas contemplações divino-filosóficas dos fenômenos naturais;
- Defendia que todos os corpos possuíam um lugar natural na natureza. Por exemplo, corpos formados por terra e água tenderiam naturalmente a repousar sobre a superfície terrestre (tem embutido aqui a ideia destes corpos serem “pesados”), enquanto que corpos formados por ar e fogo tenderiam a se elevar na atmosfera (corpos “leves”);
- Afirmava, devido à percepção puramente cotidiana, que os corpos com maior gravidade (mais pesados) caíam com maior velocidade que os corpos mais leves. Cabe aqui ressaltar que pode ser importante colocar o aluno(a) na posição de comparação com Aristóteles. Acreditamos que estas comparações tragam mais confiança e satisfação aos estudantes de forma geral com relação à Ciência, mesmo que no fim Aristóteles estivesse errado;
- Considerava que o Universo era finito, completamente material e sem a existência do vácuo.

2. **Hiparco (190 a.C. - 120 a.C., Grécia), Filopono (490 - 570, Alexandria) e Buridan (1300 - 1358, França)**

- As ideias destes três pensadores são, na sua essência, as mesmas com respeito ao movimento dos corpos (por isso foram agrupados juntos). Eles discordavam dos argumentos aristotélicos para a continuidade do movimento violento (aquele que afastava o corpo de seu lugar natural, segundo a teoria aristotélica) de um corpo que já não encontrava-se em contato com o seu agente motor. Aristóteles não dizia só que o próprio ar atuava como resistência ao movimento do corpo, mas que também ajudava a impulsionar o corpo através do retorno ao espaço desocupado pelo corpo à medida que se movimentava (peristaltismo).
- Já os três pensadores destacados aqui acreditavam que o ar só contribuía com a resistência ao movimento, introduzindo a noção de uma força “impressa” ou “incorpórea” (de acordo com as nomenclaturas de cada um deles) ou até mesmo, segundo Buridan, um *impetus* que iria diminuindo à medida que o corpo atravessava o ar (devido à sua resistência ao movimento);
- Salientamos aqui que esta outra noção de movimento é uma das mais comuns dentre os estudantes e da população em geral. A ideia de que esta força impressa ou esse *impetus* acompanha o corpo após a perda de contato com o agente motor do movimento é muito intuitiva e explica alguns movimentos com atrito no cotidiano, apesar de falhar em várias outras explicações. Alguns autores até consideram que o ímpeto e o conceito de inércia estão relacionados, apesar de serem conceitos diferentes (o ímpeto seria o “embrião” da teoria da inércia, aperfeiçoada pela noção de força e de atrito por Newton, séculos depois);
- Dentre os três pensadores, Filopono foi o único que considerou o Universo infinito, pois se para ocorrer movimento não dependia-se mais da existência do ar, então nada impediria a existência do vácuo e, portanto, a infinitude dos céus.

3. **Oresme (1323 - 1382, França)**

- Este pensador, discípulo de Buridan, foi importante porque foi o primeiro a notar a diferença na descrição de um mesmo movimento observado por dois diferentes observadores (a noção

de referencial). Isto foi muito importante para os estudos de Galileu, por exemplo, alguns séculos mais tarde;

- Além disso, Oresme discutiu sobre a possibilidade da Terra estar em movimento rotacional natural (ou seja, sem a necessidade aristotélica de um primeiro motor), argumentando contra os pensadores anteriores, já que imaginavam que a Terra não teria movimento. Oresme chega muito próximo da ideia de inércia com essa visão da rotação da Terra, mas não consegue defini-la;
- Uma pessoa em pé no convés de um navio, pensaria estar em repouso, mas na verdade, para um observador fora do navio, ela estaria em movimento (isto deu origem às transformações de velocidade Galileanas e à noção de referencial inercial).

4. **Galileu Galilei (1564 - 1642, Itália)**

- O Universo finito defendido pelos Aristotélicos precisou ser questionado por nomes como Copérnico, Kepler e Giordano Bruno, que, em meados do Século XVI, trouxeram a discussão da infinitude do Universo. Este foi um passo muito importante para que Galileu pudesse refletir sobre a continuação do movimento tendo em mente o princípio da inércia, ponto de partida para as Leis de Newton, posteriormente;
- Galileu inicia a sua contestação à Aristóteles a partir da observação de uma chuva de granizo, notando que pedras de gelo de tamanhos diferentes (e, portanto, massas diferentes) caíam ao chão todas ao mesmo tempo, discordando do que dizia a teoria aristotélica;
- O famoso experimento dos dois planos inclinados, idealizado por Galileu, nos ajuda a construir a primeira noção de inércia, substituindo a visão do “impetus” defendido pelos pensadores anteriores. Estes experimentos acabaram por tornar Galileu conhecido como o pai da inércia, embora este conceito só tenha aparecido de forma mais refinada nos trabalhos de Newton e, posteriormente, com Euler.

5. **Isaac Newton (1643 - 1727, Inglaterra)**

- Considerado, por unanimidade, como um dos maiores físicos de todos os tempos, o legado de Newton se inicia com seu famoso livro *Principia*, onde discute não só sobre os fundamentos do Cálculo Diferencial e Integral, mas também sobre as leis de movimentos dos corpos terrestres e dos corpos celestes (lei da gravitação universal);
- Em seus trabalhos originais, Newton fala de uma força de inércia (*vis inertiae*) que faz com que os corpos *perseverem* no seu estado de movimento original. Só que ele diferencia este tipo de força daquela que ele define em sua segunda lei, que é externa ao corpo e é capaz de alterar seu estado de movimento. A *vis inertiae* só aparece quando o corpo está sujeito à alguma interação externa, inexistindo em qualquer outra situação. Esta visão newtoniana foi modificada mais tarde por Leonhard Euler, destacando a inércia como a capacidade do corpo em permanecer no seu estado de movimento original e não como uma força. Entendemos que esta diferença entre a abordagem de Euler, mais moderna, e a de Newton seja um refinamento do conceito de inércia, muito mais adotada nos livros didáticos atuais do que a visão puramente newtoniana (é importante falar dessa diferença para os alunos para mostrar como a física evolui com o passar dos anos). Com o conceito de inércia, Newton escreveu a sua primeira lei do movimento, para a qual os corpos perseveram seu estado de movimento inicial caso não estejam submetidos a alguma força externa;
- Sendo assim, qualquer força externa que atue sobre os corpos faz com que eles alterem seu estado de movimento, sendo notado através de uma aceleração (segunda lei de Newton);
- Sua terceira lei de movimento nasce do estudo das colisões de corpos, seguindo os trabalhos de Descartes e de Huygens, onde notou que a interação entre eles podia ser entendida através do conhecimento da quantidade de movimento e de sua conservação em choques ideais. É nesta lei que Newton revela como devemos lidar com forças e corpos.

Referências

1. PEREIRA DE REZENDE, E. **A noção de inércia em Galileu Galilei.** Dissertação (Mestrado em Filosofia) - Universidade de Brasília. Brasília, p. 153, 2018.
2. SIMON, S.; REZENDE, E. **Breve História da Inércia - I: O Problema do Movimento de Aristóteles a Copérnico.** Revista de Filosofia Moderna e Contemporânea. Brasília, **6**, n. 1, p. 241-266 (2018).
3. COELHO, R. L.; **On the Concept of Force: How Understanding its History can Improve Physics Teaching.** Science & Education, **19**, p. 91-113 (2010).
4. GAULD, C. **THE HISTORICAL CONTEXT OF NEWTON'S THIRD LAW AND THE TEACHING OF MECHANICS.** Research in Science Education, **23**, p. 95-103 (1993).
5. HAMMES, O. SCHUHMACHER, E.; **O Plano Inclinado: Uma Atividade de Modelização Matemática.** Experiências em Ensino de Ciências, **6**, n. 2, p. 66-85 (2011).
6. NEVES, M. C. D. BATISTA, J. M., et. al. **Galileu fez o experimento do Plano Inclinado?** Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, **7**, n. 1, p. 226-242 (2008).
7. WHITE, P. A.; **The impetus theory in judgments about object motion: A new perspective.** Psychon Bull Rev, **19**, p. 1007-1028 (2012).