

Relatividade restrita ao Ensino Médio

Duração: 2 aulas de 1h

Público alvo: Alunos do Ensino Médio (EM) do 1º ano de escola pública.

Objetivo didático e resumo: O plano de aula apresentado tem como objetivo apresentar a ciência como uma construção humana, mostrando a transição entre o paradigma de espaço e tempo absolutos de Newton para espaço-tempo relativos de Einstein, utilizando-se de excertos do Principia de Newton em comparação com as novas propostas de Einstein. Na segunda aula seria elucidado melhor a justificativa de Einstein apresentando a velocidade da luz como constante em qualquer referencial. Como a primeira aula envolve apenas uma discussão conceitual, não envolve materiais a mais, a menos dos excertos já apresentados neste trabalho, enquanto na segunda aula também terá atividades conceituais aqui apresentadas. Ambas as aulas envolvem um mínimo de utilização da matemática, sendo recomendado para turmas com boa capacidade argumentativa e/ou com problemas na utilização da matemática.

Justificativa: Este plano de aula tem como objetivo principal apresentar o período de quebra de um paradigma aceito na época, espaço e tempo absolutos, para espaço-tempo relativos e desta forma apresentar que a ciência também compreende de limitações diante de certos enfrentamentos com o comportamento da natureza. O plano de aula está estruturado em três momentos pedagógicos correspondem a duas aulas de Física, embora para que toda a discussão seja completa sugeriu-se um plano de 6 aulas compreendendo um bimestre.

A escolha do tema de relatividade restrita é, diante dos tópicos de Física Moderna para o EM, aquele de maior facilidade em introduzir a Física Moderna sendo neste caso para o 1º ano do Ensino Médio. Sugere-se também que o professor possa estruturar o curso inteiro de Física como na tabela 1 abaixo, tendo como comparação a grade curricular proposta no PCN+.

	Grade do PCN+		
	1ª Série	2ª Série	3ª Série
1º Semestre	Movimentos: Variações e Conservações	Som, Imagem e Informação	Matéria e Radiação
2º Semestre	Calor Ambiente e usos de energia	Equipamentos Elétricos e Telecomunicações	Universo, Terra e Vida
	Sugestão deste trabalho		

	1ª Série	2ª Série	3ª Série
1º Bimestre	Movimentos: Variações e Conservações	Calor Ambiente e usos de energia (Introdução à radiação)	Matéria e Radiação (Foco em matéria)
2º Bimestre	Movimentos: Variações e Conservações	Som, Imagem e Informação	Universo, Terra e Vida
3º Bimestre	Cinemática Relativística	Som, Imagem e Informação	Relatividade Geral
4º Bimestre	Calor Ambiente e usos de energia	Matéria e Radiação (Foco em radiação)	Síntese da Física Moderna e apresentação da Física Contemporânea

Tabela 1: Comparação entre uma das propostas de grade curricular pelo PCN+ e a sugestão de elaboração dos temas ao longo do EM por este trabalho.

Como pode-se observar, no 1º bimestre do EM os alunos adquiririam todo o conhecimento sobre cinemática e dinâmica de Newton e no segundo semestre seria apresentada a relatividade restrita. Por ser uma turma de 1º ano do EM, não será aprofundada toda a relatividade restrita, pois a sugestão é apresentar a Física Moderna aos poucos ao longo dos três anos do EM, pois no 2º ano pode ser abordado radiação (elaborando-se melhor o conceito de luz e sua velocidade constante) e finalmente consolidando-os na abordagem da relatividade geral no último ano e, possivelmente, abordando até a Física Contemporânea.

Para a execução deste plano de aula, é necessário que o professor possua dinâmicas discursivas que usufrua da dialogicidade entre professor e aluno, sem que este tenha medo de "errar" ao fazer proposições.

Descrição das atividades: A primeira aula corresponderia de um questionamento acerca do que os alunos compreendem por Relatividade e o que ouviram falar sobre Einstein, sendo esta sondagem essencial para buscar contradições nas falas dos alunos e introduzir o ponto de vista de Newton sobre relatividade, demonstrando como a ciência tem conhecimentos temporários acerca do mundo. O professor proporá uma discussão entre os alunos acerca de alguns excertos do Principia de Newton, mostrando como Newton entendia por espaço e tempo absolutos e comparar com as propostas iniciais de Einstein sobre espaço-tempo relativos, no qual em um primeiro momento apenas apresentariam-se estes conceitos.

"Tempo absoluto, verdadeiro e matemático, flui igualmente sem dependência a nada externo. O tempo relativo e aparente é aquele sensível e externo medido pela duração de algum evento, comumente usado como tempo verdadeiro, tal como hora, dia, mês ou ano".

Excerto 1 - Definição de tempo para Newton

Movimento absoluto para Newton: " Movimento absoluto é a translação de um corpo de um lugar absoluto para outro; e movimento relativo, sendo a translação de um lugar relativo de um corpo como, por exemplo, uma parte de um navio que o corpo possui e que portanto move-se junto com o navio, enquanto repouso relativo é a continuação deste corpo presente no navio. Se a Terra encontra-se em repouso, então o navio encontra-se em repouso absoluto, enquanto se a Terra se mover-se em relação ao espaço imutável, então este navio que se move terá um movimento absoluto"

Excerto 2 - Definição de movimento absoluto e relativo para Newton

Ao final da discussão, já no fim da primeira aula, os alunos teriam que enviar uma carta a Newton sobre o que eles pensam sobre as proposições de Newton (concordando ou não) de forma a verificar-se a coerência de seus argumentos.

A segunda aula seria de resumir para os alunos as discussões da última aula e propor que a velocidade da luz é constante em qualquer referencial e assim precisar melhor as justificativas de Einstein sobre espaço-tempo relativos ditas na aula anterior. Para esta explicação, sugere-se a utilização das figuras 1 e 2, sendo a primeira de adição de velocidades não-relativísticas e a segunda de adição de velocidade relativísticas. Na figura 1, sugere-se que uma pessoa, no caso Newton, esteja dentro do foguete e jogue ao mesmo tempo uma bola no sentido à frente do foguete e outra à traseira deste, sendo que ele observará que ambas atingirão sensores, acoplados na traseira e frente do foguete, simultaneamente. Mais abaixo, outro observador (Einstein) visualiza do repouso em relação o foguete, o movimento deste e também percebe que ambas as bolas atingem os sensores ao mesmo tempo, visto que a bola que vai à frente recebe a velocidade do foguete e tem sua velocidade final aumentada, ao passo que a bola à traseira do foguete tem sua velocidade reduzida com a do foguete. Na figura 2, o foguete está viajando a uma velocidade próxima à da luz e quanto Newton emite luz em ambos os sentidos do foguete, este observa que ambos os sensores recebem o sinal de luz ao mesmo tempo, enquanto que para Einstein a luz que vai à traseira atinge primeiro o sensor enquanto a luz que vai à frente ainda não atingiu o outro sensor.

Para Newton, dentro do foguete

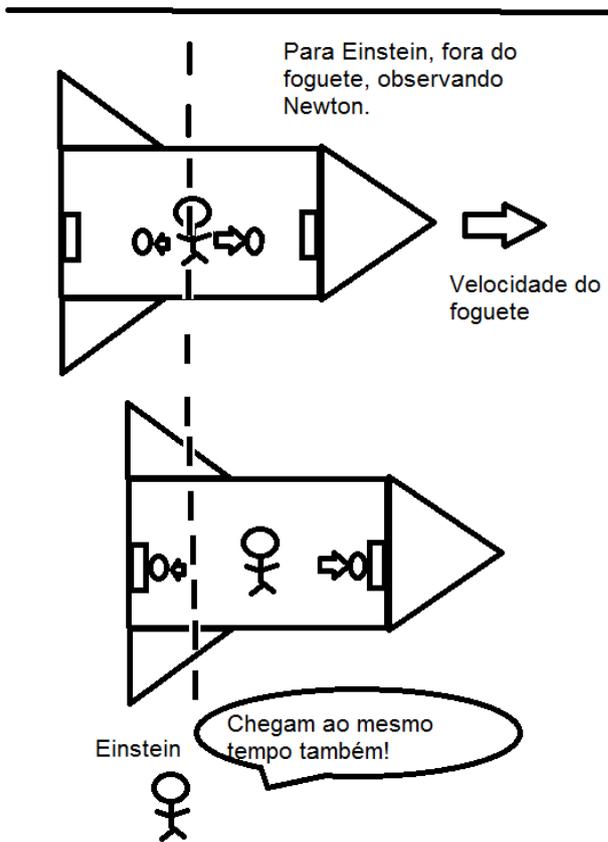
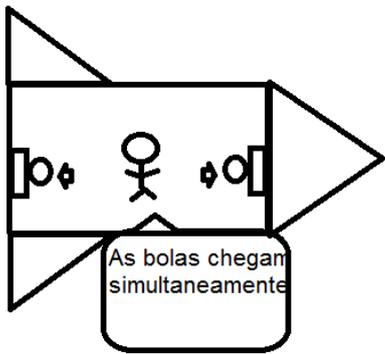
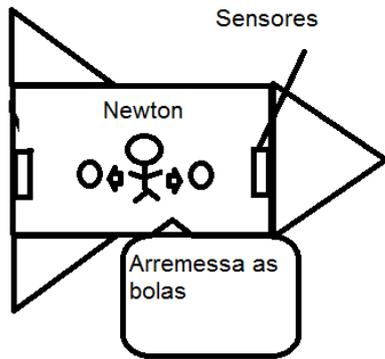


Figura 2 - Adição de velocidade não relativística

Para Newton, dentro do foguete

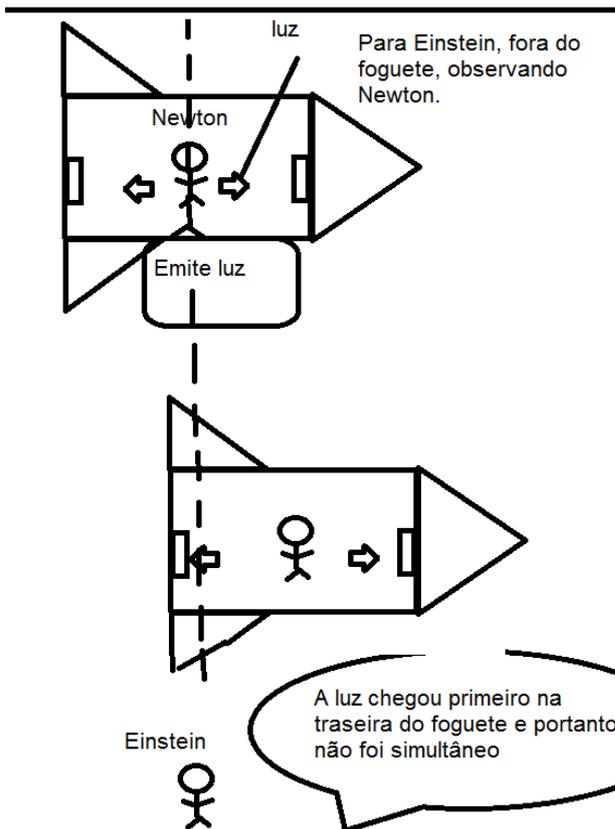
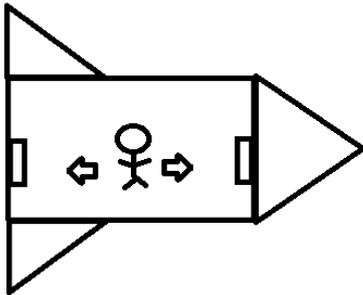


Figura 2 - Adição de velocidade relativística

Após explicação acerca desta esquematização, pode-se retomar os trechos de Newton e pedir aos alunos que elaborem outra carta a Newton, mas dessa vez com os conceitos aprendidos até então. Ao término das duas aulas teria-se a comparação da evolução da apropriação dos conceitos apresentados em ambas as aulas e, com isso, pode-se abordar tempos relativísticos em uma próxima aula.

Referências

- Nitta, H. Yamamoto, M. Takatsu, K. *Guia mangá: Relatividade* Editora Novatec, 2011.
- Einstein, A. (2001). *Relativity: The Special and the General Theory* (Reprint of 1920 translation by Robert W. Lawson ed.). Routledge. p. 48.
- Newton, I. *Newton's Principia : the mathematical principles of natural philosophy*, 1642.