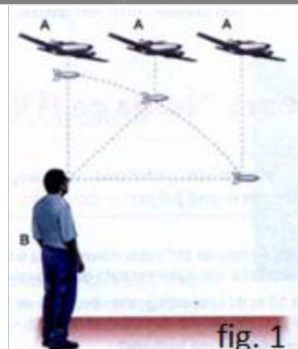


### O MOVIMENTO É RELATIVO?

Suponhamos que um avião, voando horizontalmente, solta uma bomba (fig. 1). Se você observar a queda da bomba dentro do avião, você verá que ela cai ao longo de uma recta vertical. Entretanto, se você estivesse parado na superfície da terra (em B), observando queda da bomba, você veria que ela, ao cair, descreve uma trajetória curva, como mostra a fig.1. No primeiro caso, dizemos que o movimento da bomba estava sendo observado com o **referencial no avião**, no segundo caso, como o **referencial na terra**. Este exemplo nos mostra que:

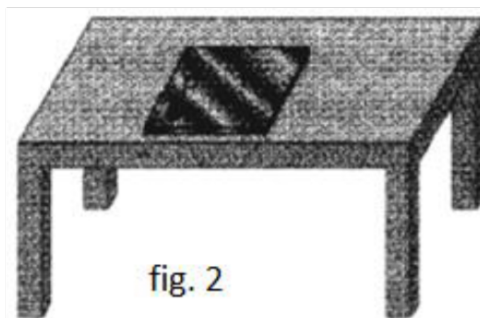


**O movimento de um corpo, visto por um observador, depende do referencial no qual o observador está situado.**

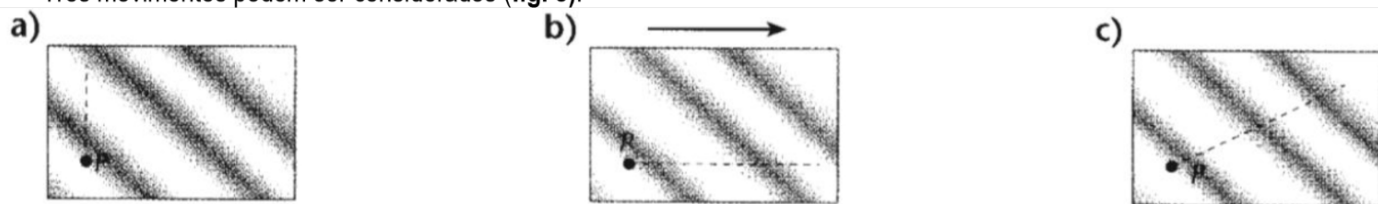
### COMPOSIÇÃO DE MOVIMENTOS

Considera uma placa de madeira em cima de uma mesa e uma formiga P situada na placa.

Imagina a placa se movimentando em relação à placa, segundo a trajetória indicada na **figura 2a**. Se a formiga tivesse em repouso em relação a placa e está se deslocasse para direita, num movimento de translação uniforme, a trajetória da formiga seria indicada **figura 2b**. Na **figura 2c**, representamos uma possível trajetória da formiga, **em relação a um observador na Terra**, se ocorressem simultaneamente os dois movimentos citados.



Três movimentos podem ser considerados (fig. 3):



- O movimento da formiga P em relação à placa: **movimento relativo**;
- Movimento que a formiga teria se tivesse em repouso em relação a placa e fosse arrastada por ela: **movimento de arrastamento** (o movimento de arrastamento é o movimento de translação da placa em relação à Terra);
- O movimento da formiga P em relação à Terra: **movimento resultante**.

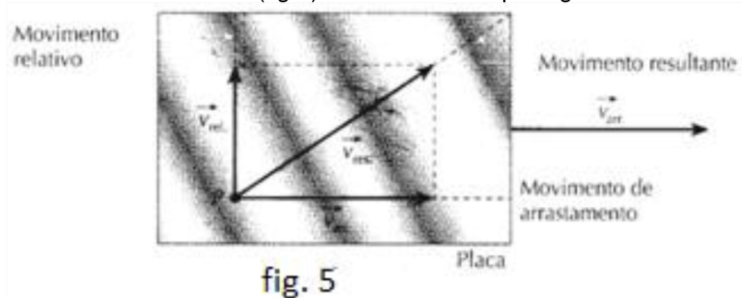


A velocidade vectorial da **formiga P em relação à placa** é denominada **velocidade relativa** ( $\vec{v}_{rel.}$ ).

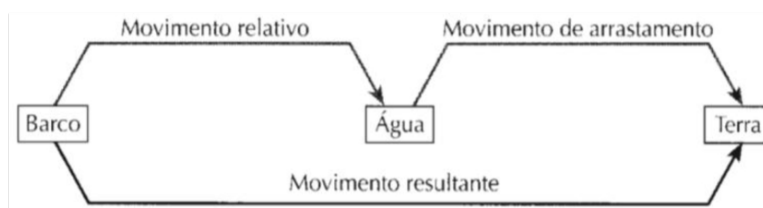
A velocidade vectorial que a formiga P teria, se estivesse em repouso em relação a placa e fosse arrastada por ela, é denominada **velocidade de arrastamento** ( $\vec{v}_{arr.}$ ). A velocidade de arrastamento é a velocidade de translação da placa em relação à Terra.

A velocidade vectorial de P em relação à Terra é denominada **velocidade resultante** ( $\vec{v}_{res.}$ ).

Essas velocidades (fig.5) relacionam – se pela igualdade vectorial:  $\vec{v}_{res.} = \vec{v}_{rel.} + \vec{v}_{arr.}$



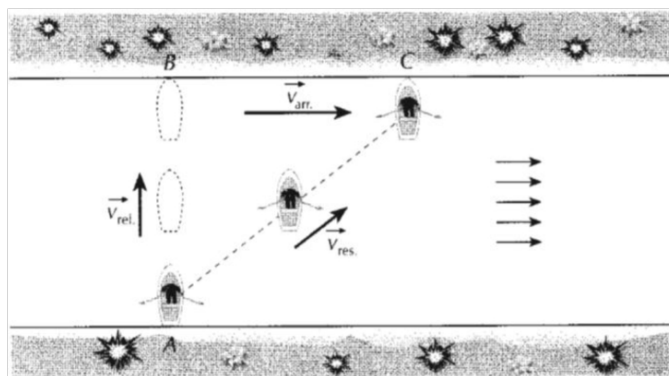
Em vez de uma formiga, podíamos ter um barco movimentando – se em relação às águas de um rio, as quais se movimentam em relação à Terra. Nesse caso, o movimento relativo é o do barco em relação às águas. O movimento das águas em relação à Terra, isto é, em relação à margem, é o movimento de arrastamento, e o movimento do barco em relação à Terra (margem) é o movimento Resultante (fig. 6)



O estudo do movimento resultante a partir dos movimentos relativos e de arrastamento é denominado **composição de movimento**. Galileu propôs o **Princípio da Simultaneidade** da realização desses movimentos, isto é, de que os três movimentos considerados ocorrem ao mesmo tempo.

Assim, por exemplo, considere um barco que se movimenta mantendo seu eixo numa direcção perpendicular à margem de um rio. Partindo de A, o barco não atinge a margem oposta em B, e sim C, devido a correnteza (fig.7).  $\vec{v}_{res.}$ . No movimento relativo, o barco percorre a trajectória AB com velocidade  $\vec{v}_{rel.}$ . No movimento resultante, o barco percorre a trajectória AC com velocidade  $\vec{v}_{res.}$  e, devido a correnteza, o barco é arrastado de B a C com velocidade  $\vec{v}_{arr.}$ .

De acordo com Galileu, o intervalo de tempo gasto no movimento relativo é igual ao intervalo de tempo gasto no movimento resultante, que é igual ao intervalo de tempo gasto no movimento de arrastamento (fig.7).



#### #Exercício.

Um barco está com o motor em regime constante; sua velocidade em relação à água tem módulo igual a 5 m/s. A correnteza do rio movimentada – se em relação às margens com 2 m/s, constante. Determine o módulo da velocidade do barco em relação às margens em quatro situações distintas:

- O barco navega paralelo à correnteza e no seu próprio sentido (rio abaixo);  $\|\vec{v}_{res.}\| = 7 \text{ m/s}$
- O barco navega paralelo à correnteza e em sentido contrário (rio acima);  $\|\vec{v}_{res.}\| = 3 \text{ m/s}$
- O barco movimentada – se mantendo seu eixo numa direcção perpendicular à margem;  $\|\vec{v}_{res.}\| \approx 5,4 \text{ m/s}$
- O Barco movimentada – se indo de um ponto a outro situado exactamente em frente, na margem oposta.  $\|\vec{v}_{res.}\| \approx 4,6 \text{ m/s}$

#### Leitura complementar:

- Referencial inercial** – referencial em relação ao qual é válida a Lei da Inércia; ou seja, ou se encontra em repouso ou se move com velocidade constante;
- Espaço Absoluto** – espaços independente dos referenciais, no qual um referencial fixo seria um referencial inercial absoluto;
- Tempo Absoluto** – tempo independente do espaço absoluto, igual em todos os referenciais inerciais;
- Invariância da aceleração:**  $\vec{a}_2 = \vec{a}_1$  - a aceleração das partículas é invariante;
- Princípio da Relatividade de Galileu** - As leis da Mecânica são as mesmas em qualquer referencial inercial.