

Quais são as principais ideias referentes a esse conteúdo?	Ideias/ Conceitos Centrais relacionados a esse conteúdo					
	Uma força é um empurrar ou puxar.	Os objetos distorcem quando forças são colocadas sobre eles. Isso faz com que eles exerçam uma força sobre o objeto que os distorceu.	Os objetos que estão parados sempre têm um equilíbrio de forças atuando sobre eles.	As forças de atrito são causadas pela distorção de duas superfícies que deslizam uma sobre a outra	As forças de reação ocorrem em pares. Cada força em um par atua em um objeto diferente.	As forças de reação de campo são forças entre objetos que não estão se tocando. As forças de reação de campo não se devem à distorção de um objeto.
1. O que você pretende que os estudantes aprendam sobre esta ideia?	Uma força é apenas um empurrão ou um puxão. Uma força em um objeto é externa ao objeto.	As forças de reação (geralmente) ocorrem porque um objeto se distorce (como resultado da ação de uma força sobre ele). Os objetos rígidos não precisam de tanta distorção para exercer a mesma força (de reação) que os objetos não rígidos. As forças de reação são reais (vs. convenientes e imaginárias).	Se um objeto estiver em repouso, ele deve ter forças equilibradas agindo sobre ele, ou seja, a força resultante é zero.	As interações de atrito resultam em forças reais e se devem a pequenas saliências nas superfícies.	As forças de reação ocorrem em pares. Cada força em um par atua em um objeto diferente.	As forças de reação de campo (gravitacional, magnética, elétrica) são as exceções à ideia de que as forças causam distorção.
2. Por que é importante para os estudantes aprenderem esta ideia?	O professor deve estabelecer isso primeiro ou corre o risco de os alunos fazerem construções alternativas de todo o resto, ou seja, estabelece uma linguagem comum necessária para a comunicação de ideias. Ajuda os alunos a identificar o que é força: 1) se não for possível dizer o que está empurrando/puxando, provavelmente não é uma força; 2) se o que está empurrando/puxando não for externo ao objeto, não é uma força sobre esse objeto.	A explicação da distorção é importante, pois, caso contrário, as forças de reação parecem ser apenas uma convenção artificial.	Isso é importante para a compreensão de um aspecto da primeira lei de Newton (ou seja, um objeto em repouso permanecerá em repouso a menos que seja influenciado por uma força resultante).	É necessário estabelecer interações de atrito que levem a forças laterais em superfícies para explicar o movimento de objetos posteriormente (por exemplo, objetos que diminuem a velocidade, como andamos etc.). É útil estabelecer as interações de atrito como um "mocinho" e também como um impedimento. Ou seja, o atrito pode ser útil; o atrito nem sempre é uma "coisa ruim" (por exemplo, andar).	Isso é importante para entender as forças que atuam em uma determinada situação, para identificar as forças em um determinado objeto e para entender a terceira lei de Newton (ou seja, quando o objeto A exerce uma força sobre o objeto B, o objeto B exerce uma força igual sobre o objeto A na direção oposta).	A ideia de um campo é útil para explicar a ação à distância (ou seja, como um objeto pode sentir uma força sem que nada o toque). O conceito de gravidade é necessário para explicar experiências cotidianas, como queda de objetos, peso etc.
3. O que mais você sabe sobre esta ideia?	Em termos científicos, uma força produz um movimento acelerado. Entretanto, essa seria uma maneira ruim de começar a ensinar sobre força. Nesse nível, os desenhos de forças que envolvem setas para representar a direção e a magnitude da força pressupõem que os objetos são massas pontuais. Desde o início, o professor segue essa convenção para seus próprios desenhos de setas, mas geralmente não explicita para os alunos a suposição sobre a massa pontual. Essas ideias são gradualmente explicitadas.	A ideia de distorção é suficiente: não há necessidade de extrair a noção de pares ação-reação (ou seja, a terceira lei de Newton) porque isso não é útil para desenvolver a ideia de distorção.	Evite forças de campo logo no início. Uma ideia fundamental ao se desenvolver as forças em um objeto é que, quando o objeto A exerce uma força (de ação), há uma força (de reação) de volta na direção oposta no objeto A. É importante não gastar tempo tentando provar que as forças de ação e reação são iguais em tamanho. Se o professor usar o termo "força resultante", é preciso deixar explícito que se trata da soma das forças reais e efetivas, ou seja, o professor deve evitar usar a convenção dos físicos que reduz toda a discussão a uma consideração apenas da força resultante, pois isso atrapalha a compreensão dos alunos.	Direção das forças devido a interações de atrito em rodas não motorizadas.	As forças de ação-reação são iguais em magnitude.	É difícil entender o que está sendo distorcido para uma força de campo.
4. Quais são as dificuldades e limitações ligadas ao ensino desta ideia?	A ideia de que uma força é um empurrão/puxão NÃO é complicada, MAS a ideia de que a força em um objeto é externa a ele costuma ser problemática para os alunos. Essas ideias levam muito tempo para serem desenvolvidas. Não ter clareza sobre as convenções para representar a força (especialmente o fato de que a seta é desenhada com a ponta no ponto de aplicação da força e que assumimos uma massa pontual) pode fazer com que os alunos interpretem mal os diagramas e causar o desenvolvimento de concepções alternativas.	É difícil acreditar que objetos rígidos se distorcem.	-	No uso cotidiano (e muitas vezes científico), a palavra "atrito" é usada como equivalente a "força". Isso é confuso para os alunos porque não deixa explícito o agente da força (de atrito). Por exemplo, é difícil dizer o que está causando a força se alguém se referir ao "atrito no sapato"; a "força de atrito do piso no sapato" é uma expressão melhor porque o agente fica claro. "Friction" (atrito) é melhor usado para se referir a um tipo de interação, não a uma força.	A confusão geralmente surge quando os alunos esquecem que as forças em um par ação-reação atuam em objetos diferentes; em vez disso, os alunos pensam erroneamente que elas atuam no mesmo objeto e se equilibram, resultando em uma força resultante de zero (ou seja, o paradoxo da terceira lei de Newton).	A ideia de que os objetos em queda ficam cada vez mais rápidos porque a gravidade aumenta à medida que eles caem é uma concepção alternativa comumente aceita. "Interações gravitacionais" pode ser uma maneira melhor de falar sobre a "força da gravidade" porque "força da gravidade" pode implicar que a gravidade é uma "coisa".
5. Que conhecimento sobre o pensamento dos estudantes tem influência no seu ensino sobre esta ideia?	Às vezes, é a terminologia que causa o problema e não o conceito em si. É importante encontrar maneiras de fazer a distinção. Os alunos tendem a pensar que todas as coisas que se movem devem ter algo que as empurre ou puxe, por exemplo, uma bola que se move no ar continua se movendo porque a "força de arremesso" inicial ainda está de alguma forma ligada a ela e a mantém em movimento. Muitas vezes, quando os alunos falam sobre a força dentro de um objeto, o que eles realmente querem dizer é "energia cinética" ou "momento".	A maioria dos alunos não tem uma noção de distorção, apesar de ter muita experiência com distorção, por exemplo, trampolins, molas. Quando a distorção for bastante óbvia, os alunos aceitarão que existe uma força. A ideia de que uma mesa empurra para cima os objetos sentados nela é algo que alguns alunos acham muito difícil de acreditar e podem até ter aprendido a dizer que a mesa está empurrando para cima, mas, se forem questionados, provavelmente dirão: "Na verdade, não", ou seja, a mudança conceitual é evolutiva, não revolucionária.	Os alunos rapidamente decidem por si mesmos que, se algo está em repouso, deve ter forças equilibradas agindo sobre ele; grande parte da discussão inicial pressupõe isso e somente mais tarde (ao discutir a primeira lei de Newton) isso é explicitado.	Os alunos geralmente acreditam que as interações de atrito levam a um "desgaste". Portanto, eles costumam ver as interações de atrito como ruins, em vez de úteis.	-	Referir-se às interações gravitacionais como "gravidade" pode levar alguns alunos a acreditar que a gravidade se deve à pressão do ar (ou seja, um empurrão vindo de cima) ou à rotação da Terra.
6. Que outros fatores influem no ensino dessa ideia?	A discussão interpretativa facilitada pelo professor é particularmente valiosa nessa área, uma vez que o conhecimento e as experiências anteriores dos alunos significam que eles geralmente estão em melhor posição para desafiar e convencer uns aos outros. Os alunos podem relutar em colocar suas ideias no papel, portanto, o professor precisa trabalhar para aumentar a confiança deles em relação a isso.	Pode ser muito fácil simplesmente ensinar as ideias da unidade como fatos. Entretanto, isso não ajuda a desenvolver a compreensão dos alunos. Os alunos têm uma gama diversificada de ideias que estão dispostos a defender. Isso cria uma "necessidade de saber". A unidade pode/deve ser altamente oral, com muitas considerações e discussões sobre situações que envolvem força, sem muitas anotações. É importante que o professor não faça julgamentos sobre respostas "erradas" enquanto os alunos discutem e esclarecem suas ideias. A causa das forças de reação, ou seja, que elas resultam da distorção, geralmente não é explicada nos livros didáticos.	Os alunos têm muitas experiências do mundo real que podem ser aproveitadas. É fácil ensinar essa unidade de forma quantitativa, mas isso não necessariamente ajuda a desenvolver a compreensão dos alunos.	O professor precisa não apresentar a explicação científica para o atrito por um longo período de tempo; isso incentiva os alunos a se envolverem totalmente com suas ideias e promove uma compreensão mais profunda das questões envolvidas.	-	Essas ideias são mais bem exploradas no final da unidade, depois que as forças de contato tiverem sido consideradas.

<p>7. Que procedimentos/estratégias você emprega para que os alunos se comprometam com essa ideia? (e motivos específicos para usá-los para desenvolver essa ideia)</p>	<p>Definir os limites: Desenhe usos alternativos da palavra "força". Exemplo de placa: "Animais na pista" é útil para distinguir entre significados científicos e cotidianos. Estabelecer uma forma comum de comunicação: Faça com que os alunos usem setas para indicar a direção da força e introduza gradualmente a ideia de que quanto mais longa a seta, maior a força. Estabeleça posteriormente: (1) a ideia de uma massa pontual; e (2) a convenção para localizar a seta com a ponta no ponto de ação de uma força. Substituição de conceitos: A concepção errônea de que os objetos em movimento devem ter uma força interna está próxima do conceito de impulso. Alguns alunos com essa concepção errônea aceitarão a sugestão de que o que eles estão pensando é chamado de "impulso" e não é uma força. Principais perguntas: Sempre retorne à pergunta "o que está sendo distorcido e em que direção?"</p>	<p>Tornando o concreto abstrato: Comece com objetos flexíveis, nos quais a distorção é mais óbvia, e depois introduza objetos mais rígidos. Cadeira mágica: O professor pergunta: "Como uma cadeira sabe o quanto deve empurrar para cima para alunos de tamanhos diferentes?" Outras situações semelhantes a serem discutidas são: (1) A curvatura do tampo da mesa quando os alunos ficam em pé em uma mesa (onde a curvatura do tampo da mesa é óbvia) (2) O tampo de uma mesa é observado quando um livro está sobre ele. Isso é comparado com: - a flexão (observável) de uma régua de um metro (apoiada em cada extremidade por tijolos) quando o livro é colocado sobre ela. Os alunos podem "sentir" a força para cima se colocarem o dedo na régua e removerem o livro. - a menor flexão (observável) quando os tijolos que sustentam a régua de um metro são colocados mais próximos uns dos outros (com o livro novamente sobre a régua). (3) Um objeto é suspenso por uma corda (aparentemente não esticada) segurada com a mão. A corda é então substituída por uma mola que é obviamente distorcida quando o objeto é preso. Histórias de "Meu amigo construtor": por exemplo, quando uma viga para um telhado é erguida, ela inicialmente não se encaixa porque o construtor precisa permitir a distorção quando o telhado é adicionado.</p>	<p>Desenvolvimento da compreensão: Coloque um objeto em uma régua apoiada em cada extremidade por tijolos. Pergunte: "O que acontece no momento em que soltamos o objeto? Os alunos geralmente concordam que o objeto distorce a régua à medida que é puxado para baixo pela "gravidade". Em seguida, pergunte: "Como o objeto 'decide' quando parar? Os alunos geralmente decidem "quando a força para baixo e a força para cima são iguais".</p>	<p>Desafiando pontos de vista: (1) Peça a um aluno que empurre uma parede. Pergunte: "Quais são as forças sobre o aluno? A classe concordará que a parede está empurrando o aluno, mas não oferecerá outras forças. Pergunte: "Por que os alunos pensem sobre a "força que falta". Para que os alunos comecem a pensar em "atrito", pode ser necessário colocar algo escorregadio (por exemplo, água com sabão) no chão para que o aluno "escorregue" ao empurrar. (2) Crie exemplos de aumento e diminuição do atrito de forma deliberada. Faça uma dramatização: Faça com que duas colunas de alunos fiquem em pé com as mãos nos quadris de modo que os cotovelos dos alunos adjacentes se sobreponham. Faça com que um deles dê um passo à frente. O contato dos cotovelos demonstra a interação por atrito. Principais perguntas: Sempre retorne à pergunta "o que está sendo distorcido e em que direção?"</p>	<p>Identificação de forças: Pense em uma xícara apoiada em uma mesa com pernas sobre a Terra. Com a classe, calcule as forças na xícara, no tampo da mesa, em cima de cada perna da mesa e na terra. Faça a distinção entre pares de forças equilibradas e pares de forças de reação. Parece haver uma "força ausente" na Terra, pois a única força óbvia no chão é para baixo; isso ajuda a tornar plausível a ideia de que deve haver uma força para cima na Terra devido à interação gravitacional entre a Terra e a mesa e entre a Terra e a xícara (já que as forças na Terra são presumivelmente equilibradas). Em seguida, divida as forças de reação entre as que resultam das interações gravitacionais e as que resultam da distorção.</p>	<p>Abordagem de conceitos equivocados: Pergunte: "As forças gravitacionais sobre nós seriam diferentes se fôssemos para um prédio alto/na Lua/Júpiter/em um objeto giratório etc.?" - pendure um peso em uma mola em uma jarra de vidro e depois esvazie; - mostre fotos de astronautas na lua soltando pesos e andando (ou seja, sem ar e sem girar). Discuta as visões da sondagem de cima. Pergunte: "Como eles conseguem andar?"</p>
<p>8. Que maneiras específicas você utiliza para avaliar a compreensão ou a confusão dos alunos sobre esta ideia? (Inclua as possíveis respostas desses alunos)</p>	<p>Prestar atenção no uso adequado das palavras: A ausência do uso inadequado de "força" indica que os alunos compreenderam a ideia de que, na ciência, usamos "força" para significar um "empurrão" ou "puxão". Sondagem de visões prévias: Dê aos alunos folhas de trabalho pedindo que desenhem forças em várias situações, por exemplo, em uma menina em um balanço parado. Prever-ObservarExplicar (POE): Peça aos alunos para desenharem as forças em cada situação: (1) livro empurrado em uma mesa; (2) carrinho empurrado em uma mesa; (3) carrinho empurrado e deixado em repouso. A situação acima revela as concepções errôneas dos alunos de que a força é necessária para o movimento e também de que os objetos em movimento devem ter uma força interna/conectada que os faça se mover.</p>	<p>Aplicação de ideias: Dê aos alunos planilhas com situações de forças em contextos cotidianos e peça que (1) pensem sobre o que está se dobrando ou esticando e (2) desenhem as forças atuantes. Explicar os POEs científicos: Volte aos POEs discutidos anteriormente e peça aos alunos que os expliquem usando termos científicos apropriados. Verifique se o uso de termos como "força" está sendo usado corretamente. Experimento silencioso: Mais adiante na unidade, o professor conduz um experimento silencioso enquanto os alunos observam. Penda um peso de 1 kg a um barbante, meça o comprimento, registre; adicione 1 kg e repita; etc. até 4 kg; volte para 1 kg; repita a adição de 1 kg por vez e registre o comprimento até que o barbante se rompa. Os alunos podem discutir o experimento uns com os outros depois de observarem o experimento. Em seguida, eles escrevem o experimento explicando: "Para que serve esse experimento?" "Por que estamos fazendo isso?"</p>	<p>Retornar às visões anteriores: Em um momento posterior da unidade, retorne à planilha usada para sondar as opiniões dos alunos. Os alunos refletem sobre: "Quais são as minhas respostas agora?"; "O que eu precisei fazer para mudar de ideia?"; Desafiar a compreensão: No final da unidade, penda um peso de 100 g a uma balança de mola horizontal conectada em sua outra extremidade a um suporte. Deixe o peso pendurado. Observe que a leitura na balança de mola é de 100 g. Substitua o suporte por outro peso de 100 g pendurado no outro lado da balança de mola. Peça aos alunos que prevejam qual será a leitura na balança de mola. Muitos não preveem que ainda será 100g. Peça aos alunos que expliquem o motivo.</p>	<p>Sondagem da compreensão: (1) Pergunte aos alunos o que acontecerá quando você deslizar um bloco de madeira e um bloco de sabão de aproximadamente o mesmo tamanho sobre uma mesa. Qual deles para primeiro e por quê? Em cada caso, qual é a direção da força de atrito? O que acontecerá se você fizer a mesma coisa, mas desta vez com dois blocos de madeira colocados um sobre o outro, e por quê? (2) Observe alguém caminhar lentamente. Pergunte: "Em que direção agem as forças resultantes da interação por atrito?" (Os alunos do 12º ano costumam errar.)</p>	<p>Aviso de tendências de aprendizagem anteriores: Perto do final da unidade, coloque 2 alunos (massa ~igual) em skates. Peça à classe que preveja se cada um deles se moverá para trás a uma distância igual quando - eles se empurram - um empurra o outro, que não empurra. Muitos alunos preveem que, no segundo caso, um deles se moverá mais; portanto, os alunos devem ser alertados de que podem tender a retornar a seus conceitos equivocados anteriores e devem pensar cuidadosamente antes de se comprometerem com uma resposta.</p>	<p>Tarefas de múltipla escolha: Defina tarefas de múltipla escolha com distrações que se ajustem às visões prévias dos alunos.</p>