

Trabalho de Conclusão de Curso

A reconstrução de uma sequência didática envolvendo concepções alternativas: A importância da reflexão sobre a prática no estágio supervisionado

Agnes Ferreira de Souza¹

Orientadora: Prof^a Dr^a Maria Inês Ribas Rodrigues¹

¹*Centro de Ciências Naturais e Humanas
Universidade Federal do UFABC, Santo André - SP, Brasil*

Resumo: Este é um trabalho de reflexão acerca dos eventos que ocorreram durante a prática docente de uma das autoras, num contexto de formação inicial. A autora desenvolveu e aplicou uma sequência didática para turmas do ensino médio de uma escola estadual de São Paulo em seu estágio supervisionado em ensino de física. Durante a implementação da sequência didática, dificuldades como o desinteresse dos estudantes e a falta de tempo disponível surgiram. Neste trabalho apresentamos algumas das reflexões decorrentes dessas experiências e uma nova sequência didática que é uma tentativa de contornar as dificuldades encontradas.

Palavras-chave: Formação inicial. Estágio Supervisionado. Reflexão sobre a prática. Ensino de Física.

1 INTRODUÇÃO

Nesta introdução teórica estão as referências utilizadas para a reflexão sobre os eventos ocorridos no estágio supervisionado. Como produto das reflexões e pesquisas relatadas neste trabalho, desenvolvemos uma nova sequência didática (SD) que é uma resposta aos desafios identificados em sala de aula. Ela é uma tentativa de motivar, gerar interesse, proporcionar momentos que permitam a reflexão dos estudantes sobre os conteúdos que estão sendo trabalhados e de utilizar metodologias de ensino que contribuam para a construção do conhecimento. A SD que é fruto da reflexão e pesquisa descritas neste trabalho será chamada de “nova SD”; enquanto que a SD que foi aplicada no estágio supervisionado será chamada de “SD original”.

Nesta introdução trataremos do que são concepções alternativas, assunto trabalhado durante as SDs; abordaremos a reflexão sobre a prática docente, utilizada neste trabalho; e por fim, discutiremos o uso da história da física como uma ferramenta do ensino de física.

1.1 Concepções alternativas

O estudo das concepções alternativas, também chamadas de concepções espontâneas, se iniciou na década de 1970 (DORAN, 1972; DRIVER, 1974; VIENNOT, 1979; WATTS & ZYLBERSZTAJN, 1981). Elas são ideias e explicações que os alunos, tanto da educação básica quanto da superior, possuem e que se encontram distantes do conhecimento científico vigente. Essas ideias são muitas vezes formuladas a partir da experiência dos alunos

e são usadas para dar sentido aos eventos cotidianos por eles vivenciados. Uma grande questão, surgida a partir de então, seria como promover a modificação desta forma de pensar, já que mesmo tendo contato com o conhecimento científico, os alunos dificilmente as modificam (OSBORNE et al., 1985).

Na década de 80 foi proposto por Posner e colaboradores (POSNER et al., 1982) o primeiro modelo de mudança conceitual. Em resumo, o modelo propõe que seja apresentado algum problema, situação, demonstração, aos alunos, que coloque em conflito uma certa concepção alternativa, de modo que eles possam visualizar as falhas dessa concepção. Dessa forma, segundo os autores, os alunos estariam mais propensos à mudança conceitual.

Muitas críticas foram feitas a este modelo e outras propostas surgiram. Alguns autores questionaram se a mudança conceitual, quando acontece, é duradoura ou não. Há também os autores que investigaram se a concepção alternativa se mantém mesmo quando há o entendimento do conhecimento científico, e ambas as ideias coexistem e são usadas em contextos diferentes (NARDI et al., 2004). Durante todos esses anos muitas concepções alternativas foram identificadas, concepções estas que muitas vezes se repetem entre diferentes alunos e entre alunos de diferentes nacionalidades (OSBORNE et al., 1985). Embora saibamos sobre o conceito de evolução conceitual, apontada por Mortimer (1994), no atual trabalho trataremos sobre as concepções de força e aceleração, muito comum nos estudantes em geral, que são desafiadoras no ensino e aprendizagem de física. Aqui trataremos em especial, da principal concepção alternativa sobre força, a concepção de que se um corpo está em movimento, existe necessariamente uma força na direção e no sentido do movimento do corpo (LIU et al., 2016).

1.2 Reflexão sobre a prática docente

Ser professor não é só aplicar um conjunto de técnicas, é necessário também refletir. O filósofo Dewey (1933) foi o responsável por definir o conceito de reflexão no século 20, mostrando a diferença entre o pensamento reflexivo e o ato de rotina. Em 1983, Donald Schön se aprofundou no estudo da reflexão e difundiu esse conceito. Schön definiu o que é “conhecimento na ação”, quando o profissional sabe como deve proceder em uma dada situação; “reflexão na ação”, quando algo não esperado acontece e faz com que a pessoa reflita sobre o que está acontecendo enquanto acontece, e “reflexão sobre a reflexão na ação”, quando a pessoa reflete sobre o porquê dela ter agido como agiu. Posteriormente outros autores definiram também outras formas de reflexão, ampliando a abrangência deste conceito.

Essas definições são importantes por se encaixarem muito bem no que é o trabalho docente, segundo Elliott (APUD. GERALDI et al., 1998), a cultura reflexiva é necessária aos professores por conta do caráter complexo e dinâmico deste trabalho, que lida com situações que não podem ser previstas com antecedência. O objetivo da reflexão sobre a

prática docente é melhorar a prática. Para isto, ela deve ser encarada como uma atividade de investigação, e como um processo contínuo e falível, em que é necessário estar aberto a reconhecer os seus próprios erros e refletir, pesquisar e até mesmo discutir com outros professores sobre eles.

É importante destacar que a reflexão não é capaz de solucionar todos os problemas encontrados em uma sala de aula, muitos deles inclusive são externos ao professor e são problemas de toda uma sociedade. Além disso, é necessário que seja oferecido ao professor condições de trabalho que permitam a ele tempo, orientação e formação continuada para a execução desta atividade, já que não é possível refletir sem ter o aporte teórico para isto e sem ter condições de trabalho necessárias para se debruçar nesta atividade.

Neste trabalho, a autora reflete sobre os eventos que ocorreram durante o seu estágio supervisionado de física, na perspectiva de professora em formação, onde ministrou aulas para turmas da 1^a série do ensino médio. Para tanto, a autora contou com os seus próprios relatos escritos após ministrar as aulas, além da orientação da professora doutora Maria Inês Ribas Rodrigues. Segundo Schön, esta é uma reflexão sobre a reflexão na ação, já que reflito sobre os eventos e decisões tomadas no estágio após elas terem ocorrido.

Um dos pontos de reflexão resultou na necessidade da implementação de História das Ciências no ensino de física, algo que será discutido a seguir.

1.3 História da física como uma ferramenta do ensino de física

Segundo Martins (2006), o uso da história da ciência pode contribuir de diversas formas para o ensino da física. Uma dessas formas é permitir "compreender as interações entre ciência, tecnologia e sociedade, mostrando que a ciência não é uma coisa isolada de todas as outras, mas sim faz parte de um desenvolvimento histórico, de uma cultura, de um mundo humano, sofrendo influências e influenciando por sua vez muitos aspectos da sociedade" (MARTINS, 2006, pg. 21).

O ensino da história da ciência tem potencial para desmistificar a visão do que é a ciência e como ela se desenvolveu. O estudo de alguns episódios da história da ciência possibilita que o aluno entenda que o conhecimento científico é provisório, que mudou ao longo do tempo e ainda deve mudar. Apesar disso, é um conhecimento fundamentado, com evidências a seu favor e não pode ser confundido com uma mera opinião ou ser equivalente a outros tipos de conhecimentos. Dessa forma, oferecemos aos alunos a oportunidade de passarem a entender melhor o que é a ciência.

Além disso, o estudo da história da ciência também permite que o aluno entenda como acontece a construção do conhecimento. Um processo social e gradativo que requer a contribuição de muitas pessoas, sendo construído por tentativa e erro de forma complexa, não podendo ser resumido em uma sequência de etapas a serem seguidas, tal como em um "método científico".

A história da ciência pode contribuir também no processo de modificação de uma

concepção alternativa, já que muitas delas são semelhantes às ideias que filósofos naturais já defenderam. Dessa forma, ao entenderem o porquê de certa ideia, às vezes muito parecida com a dele, ter sido refutada, é possível que passem a entender a razão da sua própria concepção estar conflituosa.

Além disso, uma das críticas realizadas ao modelo de mudança conceitual é a de fazer com que o aluno se veja constantemente repensando e constatando que as suas ideias estão incorretas, podendo gerar uma baixa autoestima. No entanto, estudar essas ideias como sendo de outra pessoa gera um distanciamento, tornando o processo menos pessoal. E mais ainda, o entendimento por parte do aluno de que se até as ideias de filósofos e cientistas foram colocadas em cheque, então, por que as suas próprias não poderiam também passar pelo mesmo processo?

2 MOTIVAÇÃO E OBJETIVOS

A ideia deste trabalho surgiu após uma das autoras cursar o Estágio Supervisionado em Ensino de Física III, do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal do ABC, no 1º quadrimestre de 2022. O estágio foi realizado de forma presencial, em uma escola estadual de São Paulo e participante do Programa de Ensino Integral (PEI). As escolas estaduais haviam retornado do período de isolamento social provocado pela pandemia de covid-19 há pouco tempo. A autora acompanhou as aulas de um dos professores de física da escola e ministrou um total de 9 aulas para três turmas da 1ª série do ensino médio regular, 3 aulas para cada turma.

Para estas aulas, foi desenvolvida uma sequência didática que introduzia o conceito de força, sua representação vetorial e alguns dos tipos de força. Além disso, possuía uma atividade, seguindo a estrutura do modelo de mudança conceitual, que trabalhava a principal concepção alternativa relacionada à força, a concepção de que se um corpo está em movimento existe uma força na direção e no sentido do movimento (LIU et al., 2016). No final da sequência didática, os estudantes responderam a um questionário com 5 questões de múltipla escolha, desenvolvidas por Peduzzi et al. (1985). O objetivo destas questões é avaliar se os estudantes evoluíram seus perfis conceituais após a aplicação da sequência didática.

No total 96 alunos responderam ao questionário, sendo que nem todos participaram de todas as aulas da SD. Cada questão possui 5 alternativas, sendo só uma delas a correta. Para cada questão, cada uma de suas 5 alternativas foram classificadas em uma das três categorias seguintes:

1. Alternativas erradas e consistentes com a concepção alternativa trabalhada, representadas pela cor roxa.
2. Alternativa correta, representada pela cor verde.

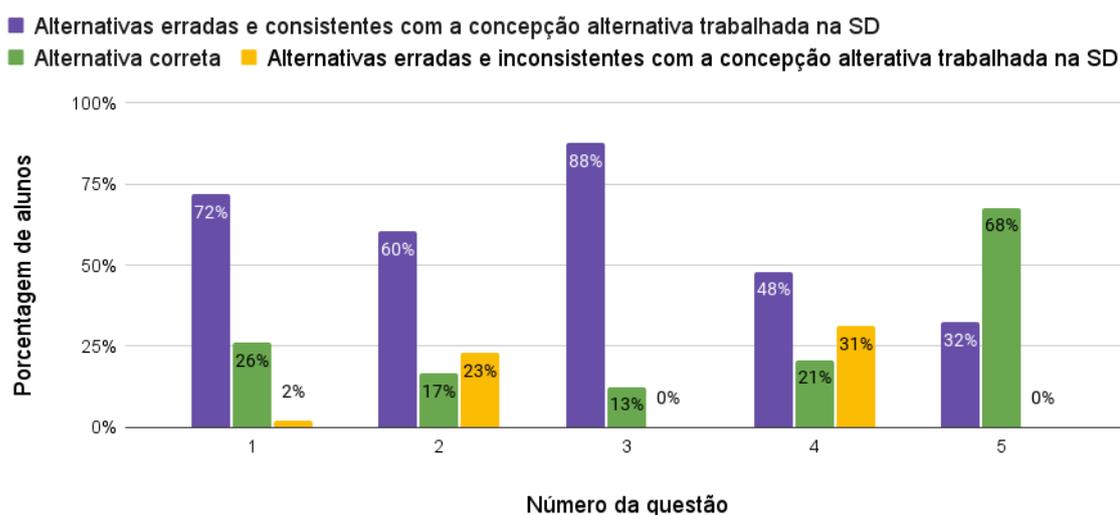
3. Alternativas erradas e inconsistentes com a concepção alternativa trabalhada, representadas pela cor amarela.

Ao marcarem as alternativas do tipo 1, os estudantes demonstram que pensam segundo a concepção alternativa de que se um corpo está em movimento existe uma força na direção e no sentido do movimento, enquanto que ao marcarem as alternativas do tipo 3, os estudantes aparentam errar a questão por outros motivos.

O gráfico a seguir mostra a distribuição de alternativas escolhidas pelos alunos da escola que estagiei após a aplicação da sequência didática.

Gráfico 1: Porcentagem de alunos por tipo de alternativa marcada em cada questão.

Porcentagem de alunos por tipo de alternativa marcada em cada questão - Escola Estadual



Fonte: da própria autora.

Seguindo o esquema de cores indicado anteriormente, as distribuições das alternativas selecionadas e as categorias de cada alternativa podem ser vistas no quadro abaixo - estes dados foram usados para a construção do gráfico 1 - enquanto que as questões de múltipla escolha respondidas pelos estudantes podem ser vistas no Apêndice E.

Quadro 1: Quadro com a distribuição do número de alunos por alternativa escolhida e distribuição das alternativas em categorias seguindo o esquema de cores definido anteriormente.

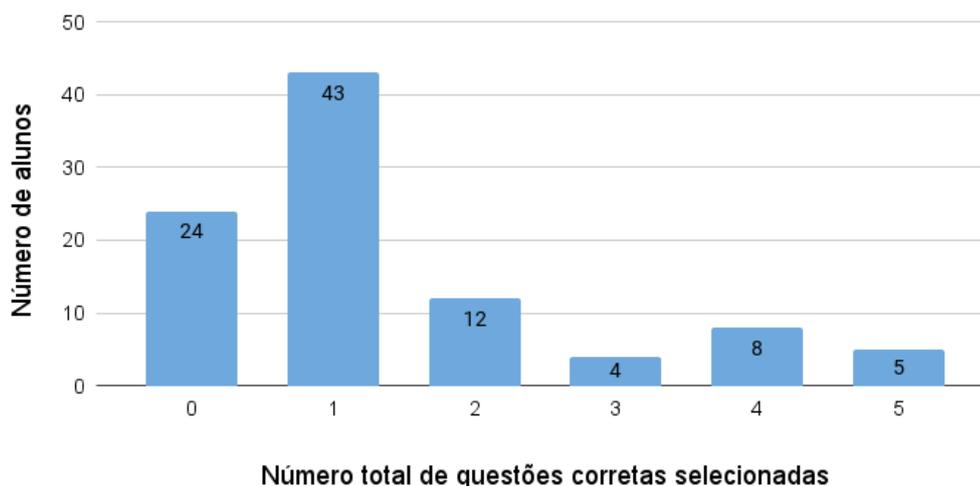
Questão	Quantidade de alunos que marcaram as alternativas abaixo:				
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
1	6	25	43	2	20
2	15	27	16	7	31
3	2	58	21	3	12
4	10	6	24	36	20
5	0	12	65	19	0

Fonte: da própria autora.

A partir do gráfico 1 podemos ver que a maior parte dos alunos não evoluiu seus perfis conceituais a respeito da concepção alternativa trabalhada em aula. Ao preparar estas aulas que abordavam diretamente uma concepção alternativa, eu esperava que boa parte dos estudantes conseguissem modificá-la. Como podemos ver no gráfico abaixo, somente 5 alunos, de um total de 96, acertaram as 5 questões - o que demonstra um ótimo domínio sobre o conteúdo - enquanto que 67 alunos acertaram somente uma ou nenhuma questão, mostrando que ainda falta um bom caminho para que haja a evolução do perfil conceitual de força destes estudantes.

Gráfico 3: Número de alunos versus número total de questões corretas.

Número de alunos versus número total de questões corretas selecionadas - Escola Estadual



Fonte: da própria autora.

A motivação deste trabalho é portanto a insatisfação com os resultados obtidos no teste de múltipla escolha e a perceptível falta de interesse que muitos dos estudantes apresentaram em aula. Com isso, o objetivo deste trabalho é refletir sobre os eventos que ocorreram durante o estágio supervisionado, na perspectiva de quem ensina - no caso,

uma professora em formação inicial - a fim de entender os erros, acertos, e o que pode ser modificado ou mantido em sua própria prática docente. Como parte desta reflexão, e na tentativa de contornar os desafios vistos em sala de aula e encontrar formas de evoluir o perfil conceitual de força de estudantes, propomos uma nova sequência didática, aqui chamada de “nova SD” e que se diferencia da SD aplicada no estágio, chamada de “SD original”.

3 METODOLOGIA

Como descrito anteriormente, o trabalho se iniciou com a prática docente num contexto de formação inicial de uma das autoras. E só a partir dessa prática, da observação participativa dos eventos e de seu registro é que foi possível a reflexão e a busca por significados dos eventos ocorridos. Dessa forma, a pesquisadora estava imersa no fenômeno de interesse, sendo esta uma característica da metodologia qualitativa (FIRESTONE, 1987). Além disso, houve também a pesquisa em referências que discutem as concepções alternativas em sala de aula de modo a contribuir com a reflexão sobre a prática docente e com o desenvolvimento da nova sequência didática.

4 RESULTADOS

4.1 O estágio supervisionado e a SD original

Para ministrar as aulas do Estágio Supervisionado desenvolvi uma sequência didática que introduz o conceito de força, sua representação vetorial, alguns dos tipos de força e que trata da concepção alternativa mais comum sobre força: a concepção de que se um corpo está em movimento é porque existe uma força na direção e no sentido desse movimento (LIU et al., 2016).

De um total de três aulas que ministrei para cada turma seguindo a SD original, a primeira delas foi expositiva dialogada, a segunda uma atividade utilizando uma simulação do PhET, e por fim, a terceira aula era uma discussão acerca dos resultados da atividade da segunda aula e uma avaliação final. A seguir, descrevemos resumidamente o planejamento de cada uma dessas aulas, e algumas das reflexões feitas antes ou depois da aplicação das mesmas.

Aula 1 Aula expositiva dialogada - Força e tipos de força

Conteúdo: Massa, força e sua representação vetorial, força normal e força peso.

Descrição: Esta é a primeira aula da SD original, uma aula expositiva dialogada, desenvolvida e ministrada para as turmas do ensino médio. Para esta aula, foi

elaborada uma apresentação de slides que continha perguntas, figuras e exemplos de aplicações cotidianas do conteúdo abordado.

A aplicação da Aula 1 da SD original

Antes de ministrar esta aula eu acreditava que as perguntas e os exemplos presentes na minha apresentação seriam do interesse dos estudantes, no entanto, enquanto alguns respondiam às minhas perguntas e até faziam outras, a maioria ficava em silêncio e um ou outro dormindo. A participação dos alunos neste início da SD foi bem parecida nas três turmas: alguns interessados e outros nem tanto.

É possível que a baixa interação entre mim e os estudantes venha do fato de não nos conhecermos, e por isso, eles não estarem seguros em responder às minhas perguntas. Além disso, por ter sido a primeira vez que eu ministrava aulas para turmas do ensino médio, eu estava um pouco apreensiva, dificultando ainda mais essa interação.

Uma outra hipótese é a de que os estudantes não estivessem acostumados a responder às perguntas feitas por suas professoras e professores, ou ainda, tivessem receio de estarem errados e se exporem para o resto da turma.

Aula 2 Experimento PhET - Força e Movimento

Conteúdo: A concepção alternativa que diz que se um corpo está em movimento, existe uma força na direção e no sentido do movimento; a visualização, através de uma simulação do PHET, das representações vetoriais da força peso, força aplicada, força normal e força de atrito.

Descrição: A segunda aula da SD original foi composta por uma atividade realizada no laboratório de informática da escola. Nesta atividade, os estudantes deveriam responder a três perguntas com o auxílio do simulador PhET intitulado “Força e Movimento”. O objetivo das questões era colocar em conflito a concepção alternativa que supus que eles teriam, a de que se um corpo está em movimento, existe necessariamente uma força na direção e no sentido deste movimento. Além disso, em duas das questões da atividade os alunos deveriam aplicar parte dos conhecimentos que foram abordados na aula anterior. Eles deveriam, por exemplo, identificar as forças peso e normal que atuavam sobre uma caixa que estava sobre um plano não inclinado. Os alunos não estavam conscientes de suas concepções no momento da atividade, somente após a atividade expliquei a concepção alternativa.

Atividade: As questões que fizeram parte desta atividade são os itens a), b) e c) da questão 1 do Apêndice C.

A aplicação da Aula 2 da SD original

Durante a atividade eu percorri as mesas dos estudantes para tirar dúvidas e perguntar como estava indo o desenvolvimento da atividade. Alguns ficaram bem

animados e me fizeram várias perguntas, eles comentavam até de outras hipóteses que poderiam também responder à primeira questão, mas que não eram possíveis de serem testadas naquela simulação. Como exemplo, uma aluna me disse que se a caixa estivesse sobre um plano inclinado, mesmo que houvesse algum atrito, a caixa continuaria em movimento até o fim do plano inclinado. Além disso, dois alunos fizeram comentários e perguntas a respeito da resistência do ar, mostrando que já conheciam este conceito mesmo ele não tendo sido trabalhado na aula anterior e também não estar presente na simulação.

Já outros alunos tentaram relacionar o conteúdo das aulas passadas de física - energia - com o conteúdo de força, chegando a falar, por exemplo, que era a energia armazenada pela caixa que possibilitava que ela continuasse em movimento quando não havia alguma força sendo aplicada sobre ela. Outro aluno usou o termo força cinética em suas explicações, demonstrando também confusão entre os conceitos de força e energia.

Aula 3 Síntese e Avaliação Final

Conteúdo: Síntese da atividade da Aula 2 e avaliação final.

Descrição: A terceira e última aula da SD teve como objetivo discutir a atividade da aula passada e aplicar uma avaliação final. A avaliação consistia em cinco questões de múltipla escolha, desenvolvidas por Peduzzi et al. (1985), com o objetivo de verificar se os estudantes modificaram a concepção alternativa trabalhada nesta SD original, evoluindo assim seus perfis conceituais sobre força. Além disso, para a total compreensão das questões, era necessário que os estudantes conseguissem identificar forças como a força normal e a força peso, também trabalhadas nesta SD.

Avaliação: As questões que fizeram parte desta avaliação são as últimas 5 questões do Apêndice E.

A aplicação da Aula 3 da SD original

Inicialmente eu pensei em tornar esta uma aula de discussão, uma roda de conversa, onde os alunos comentassem suas descobertas feitas no simulador e discutíssemos a concepção alternativa e outros conceitos trabalhados na atividade anterior. No entanto, eu não estava segura o suficiente para isso, eu nunca tinha feito algo do tipo e acho que seria difícil ter a participação dos estudantes. Além disso, o tempo não era suficiente caso as discussões se estendessem, por estes motivos, decidi não seguir o caminho das rodas de conversa.

Ministrei esta última aula para três turmas, no entanto, ao analisar as respostas do teste de múltipla escolha na primeira das turmas em que apliquei a SD, percebi que minha explicação não tinha sido clara. Para essa turma, selecionei as respostas que os alunos deram na atividade do simulador e apresentei para eles cada uma

destas respostas, seguido de alguns comentários, de modo a mostrar para eles qual era o problema da concepção alternativa. Esta metodologia não se mostrou clara o suficiente, já que muitos não se saíram bem na avaliação final, demonstrando que não evoluíram o perfil conceitual de força.

Para as outras duas turmas decidi modificar a aula. Refiz em voz alta as perguntas da atividade aos alunos, esperei por algumas respostas, ouvi as respostas, e a partir delas expliquei mais detalhadamente o ocorrido na simulação, deixando explícito, e mostrando através de figuras e outros exemplos, qual era o problema da concepção alternativa, em seguida, apliquei a avaliação final. Este grupo de alunos se saiu melhor nas questões da avaliação final.

4.2 A nova SD

Após a reflexão sobre os eventos que ocorreram na aplicação da SD elaborada para o estágio, desenvolvemos uma nova SD com o objetivo de contornar os problemas vistos na SD original.

A sequência é apresentada abaixo. Todas as suas aulas abordam o conteúdo de forma qualitativa e tem como objetivo introduzir aos estudantes da 1ª série do Ensino Médio o conceito de força, alguns dos tipos de força, as três Leis de Newton, a Lei da Gravitação Universal e apresentar a eles eventos da história da evolução do conceito de força.

Aula 1 Situações problema e avaliação diagnóstica

Conteúdo: Questões que abordam o conteúdo de toda a sequência didática.

Descrição: Após refletir sobre os eventos ocorridos na aplicação da SD original, chegamos à conclusão de que questões como “Por que a Lua gira ao redor da Terra?” podem gerar uma discussão inicial com a turma capaz de despertar a curiosidade e iniciar a contextualização do conteúdo da SD. As questões que foram pensadas para esta aula estão no Apêndice A. Além disso, entendemos que a aplicação de uma avaliação diagnóstica (Apêndice B) é necessária para identificar as concepções alternativas que os alunos possuem.

Motivação para a mudança da SD original

Considerando que na primeira aula da SD original, poucos estudantes responderam às minhas perguntas enquanto que alguns dormiam na aula, compreendi então a necessidade de motivá-los - seja através de vídeos, experimentos, discussões, etc. -, e portanto, para a nova SD, propomos questões problema que visam mostrar o quão presente os conhecimentos trabalhados estão em seus cotidianos.

Além disso, durante as aulas ministradas durante o estágio, me deparei com questões feitas pelos alunos que não soube responder com profundidade. Como exemplo,

notei que alguns misturavam os conceitos de força e energia, um deles chegou a usar o termo força cinética. Com a aplicação de uma avaliação diagnóstica teria sido possível detectar estas e outras dúvidas e concepções alternativas, e assim, preparar as próximas aulas levando-as em consideração. Por estes motivos, incluímos uma avaliação diagnóstica nesta primeira aula da nova SD.

Aula 2 Aula expositiva dialogada - História da física

Conteúdo: O Universo segundo Aristóteles, a Teoria do Impetus e as ideias sobre força de Galileo Galilei.

Descrição: Esta aula possui dois propósitos, o primeiro deles é apresentar uma ideia de ciência e de construção do conhecimento científico mais próxima da realidade; o segundo, é mostrar algumas das diferentes formas de se pensar o conceito força e a evolução do conceito ao longo da história. Como referência para a elaboração desta aula temos o trabalho de Nascimento (2011).

Motivação para a mudança da SD original

A história da física foi acrescentada à nova SD para propiciar a evolução do perfil conceitual de força. Como dito na seção 1.3 deste trabalho, os alunos, ao entenderem certos episódios da história da física, passam a compreender que a transformação do conhecimento faz parte do desenvolvimento das ciências, e que não há problema se o seu próprio conhecimento também se transformar. Este me parece ser um assunto importante para ser trabalhado, isso porque, durante o estágio alguns estudantes apresentaram certa relutância em responder às perguntas feitas na aula expositiva dialogada. É possível que um dos motivos desta relutância seja a vergonha ou o medo de errar, e não somente o desinteresse ou outras questões.

Anteriormente afirmamos que parte do que filósofos naturais defenderam é similar a algumas das concepções alternativas que os alunos possuem. Como exemplo do uso da história da física em sala de aula, o astrônomo Hiparco de Nicéia (190 a.c. - 126 a.c.) acreditava que um objeto, ao ser lançado por uma pessoa, acumulava uma quantidade de força enquanto estava em contato com o lançador, esta força seria então utilizada para continuar o movimento do objeto quando não houvesse mais este contato (NASCIMENTO, 2011). Um dos estudantes das turmas do estágio supervisionado apresentou essa mesma explicação quando perguntei a ele como uma caixa que foi empurrada continuava a se mover mesmo quando não havia mais ninguém a empurrando. O conhecimento deste evento teria mostrado ao aluno que a sua ideia, apesar de errada, não é inconcebível, já que outra pessoa, que como ele não teve acesso a certos experimentos, tecnologias e teorias, pensou de forma semelhante a ele.

Aula 3: Experimento PhET - Força e Movimento

Conteúdo: A concepção alternativa que diz que se um corpo está em movimento, existe uma força na direção e no sentido do movimento; a visualização, através de uma simulação do PHET, das representações vetoriais de força peso, força aplicada, força normal e força de atrito.

Descrição: Para a realização desta atividade é necessário ter acesso a computadores. Com os estudantes divididos em grupos e cada grupo com um computador, é apresentado à eles a simulação PhET “Força e Movimento” e algumas questões que visam colocar em conflito a questão alternativa trabalhada nesta aula. Além disso, através dessa simulação é possível visualizar a representação vetorial da força de atrito e outras forças, a relação entre força aplicada e aceleração, e a inércia, de modo a facilitar a compreensão destes conceitos. No Apêndice C apresentamos as questões propostas para esta atividade.

Motivação para a não mudança da SD original

Constatamos que a atividade realizada no estágio supervisionado com este experimento PhET foi positiva (Aula 2 da SD original). Parte dos alunos que se mostrava desinteressada nas aulas expositivas estava animada e realizou com interesse a atividade proposta, dessa forma, a mantivemos na nova SD. As questões elaboradas para a atividade estão no Apêndice C.

Aula 4: Aula expositiva dialogada

Conteúdo: Lei da Gravitação Universal e exemplos cotidianos.

Descrição: Nesta aula propomos a apresentação da Lei da Gravitação Universal e a sua aplicação em exemplos cotidianos ou exemplos que possam ser do interesse dos alunos, tudo isso de forma qualitativa. Uma possível referência para esta aula é o livro de mecânica do Grupo de Reordenação do Ensino de Física (GREF), que conta com propostas de aulas, atividades, experimentos e questões que trabalham este e outros conhecimentos em situações cotidianas.

Além disso, para facilitar a visualização da força gravitacional, a simulação do PhET intitulada “Gravidade e órbitas” pode também ser utilizada, já que ela apresenta as forças envolvidas nos movimentos da Terra, da Lua e de um satélite artificial, assim como o que acontece quando a massa de algum desses astros varia; as consequências de se variar a distância entre eles ou ainda, o que aconteceria caso não houvesse mais a força gravitacional.

Motivação para a mudança da SD original

Durante a SD original apresentei a Lei da Gravitação Universal somente para que a força peso fosse melhor compreendida, uma breve explicação já que este não era o foco, mesmo assim, notei que muitos dos estudantes ficaram interessados por este assunto, perguntaram, por exemplo, se as Pirâmides do Egito se atraem

gravitacionalmente e se era possível cairmos da Terra. Este é um assunto importante da física, tem relação com os outros assuntos estudados nesta SD, e é do interesse de parte dos alunos, por esses motivos, decidimos adicionar uma aula somente para tratar da Lei da Gravitação Universal e suas aplicações.

Aula 5: Experimento PhET - Movimento de projétil

Conteúdo: Movimento de um projétil, força de resistência do ar, aceleração da gravidade, força peso e massa.

Descrição: Esta é uma aula planejada para ser desenvolvida em um laboratório de informática. Aqui propomos que os estudantes se dividam em grupos e respondam a algumas questões (Apêndice D) com o uso do simulador PhET intitulado “Movimento de projétil”. As questões visam pôr em conflito concepções alternativas que os estudantes possam ter, além de trabalhar as variáveis físicas que modificam a trajetória de um projétil lançado. A simulação que será explorada permite modificar os valores da resistência do ar e da aceleração da gravidade do local simulado, assim como o diâmetro e a massa de um objeto que será lançado, de modo a facilitar a compreensão dos conceitos de massa, aceleração da gravidade, resistência do ar, entre outros.

Motivação para a mudança da SD original

Levando em conta a experiência positiva que foi a aplicação da atividade com o experimento PhET no estágio supervisionado, decidimos adicionar uma outra atividade a esta nova SD. Isso porque, durante o estágio, conversar com os estudantes a respeito da atividade no laboratório de informática foi importante para que eu entendesse o que eles compreenderam da aula expositiva. Além disso, a atividade se mostrou essencial para a construção do conhecimento dos mesmos. É possível notar que a atividade foi uma oportunidade para que eles refletissem sobre o conteúdo abordado na aula expositiva. Evidenciando que apesar das aulas expositivas serem a forma mais rápida de abordar um conteúdo, a construção do conhecimento fica muito difícil se não houverem momentos para que o conhecimento seja explorado.

Aula 6: Aula expositiva dialogada

Conteúdo: As três Leis de Newton e aplicações.

Descrição: Nesta aula propomos a apresentação aos alunos das três Leis de Newton, de forma qualitativa e com o uso de exemplos cotidianos. O livro de GREF de mecânica é uma boa referência para esta aula por trazer muitos exemplos da aplicação dessas leis em nosso cotidiano.

Motivação para a mudança da SD original

Durante a aplicação da SD original não tive tempo suficiente para trabalhar o conceito de inércia, conceito este importante para o entendimento da atividade realizada com o simulador do PhET “Força e Movimento”. Três aulas se mostram insuficientes para tanto conteúdo, por este motivo, aumentamos o número de aulas da SD original para a nova SD, de 3 para 9 aulas.

Este aumento muitas vezes pode não ser aplicável em instituições onde é necessário seguir um currículo que visa abordar os assuntos de forma rasa, no entanto, mantivemos esta quantidade de aulas por acreditarmos que seja necessário trabalhar o assunto através de atividades, exemplos, aplicações e da história da física para que a construção do conhecimento seja possível.

Durante as aulas ministradas no estágio, abordei o conteúdo somente de forma qualitativa, o que se mostrou positivo. Muitos dos alunos possuíam clara dificuldade com operações básicas da matemática, tais como dividir números com vírgula ou isolar uma variável em uma equação. A parte quantitativa da física é essencial e não pode ser ignorada, no entanto, a dificuldade no processo de ensino aprendizagem se torna muito maior quando introduzimos novos conceitos e ao mesmo tempo abordamos conteúdos que já são grandes desafios para esses estudantes. Ao final da SD alguns estudantes se mostraram satisfeitos por terem conseguido responder e entender questões da aula de física, algo que provavelmente não aconteceria se as únicas questões propostas fossem quantitativas. Por isso, mantivemos nesta SD o seu caráter introdutório e qualitativo.

Um possível passo seguinte a esta SD seria revisitar parte do seu conteúdo utilizando as ferramentas matemáticas necessárias. No entanto, note que isso seria feito com os alunos já entendendo o que é força, suas aplicações e provavelmente tendo uma auto estima maior por saberem que conseguem entender a física.

Aulas 7 e 8 Atividade de síntese e resumo

Conteúdo: Retomada das questões trabalhadas ao longo da SD.

Descrição: Propomos nesta aula uma atividade em grupo, em que cada grupo fique responsável por responder uma ou mais questões do Apêndice A e questões das aulas com os simuladores PhET. Em seguida, a ideia é que os estudantes apresentem para toda a sala as suas respostas. E por fim, que o professor resuma os conteúdos trabalhados durante a SD com a participação dos estudantes.

Motivação para a mudança da SD original

A síntese e a revisão dos conteúdos trabalhados se mostraram partes essenciais do processo de ensino aprendizagem. Durante as aulas do estágio foi possível constatar que mudanças na forma de sintetizar os conteúdos fizeram diferença nos resultados dos testes de múltipla escolha entre os alunos da primeira sala em que apliquei o teste e os alunos das segunda e terceira salas. Essa diferença se deve ao fato

de eu ter mudado a abordagem e o modo de realizar a síntese do conteúdo. Por ter se mostrado uma etapa tão determinante no processo de ensino aprendizagem, decidimos acrescentar uma aula a mais para a retomada dos conteúdos abordados em aula, além de adicionarmos a atividade final descrita acima, para que os próprios estudantes resolvam problemas vistos anteriormente de forma a contribuir para a síntese dos conteúdos abordados na nova SD e solucionar possíveis dúvidas que ainda restarem.

Aula 9 Avaliação Final

Conteúdo: Questões que abordam o conteúdo da nova SD.

Descrição: Propomos uma avaliação final individual, as questões formuladas para esta etapa estão no Apêndice E.

Motivação para a mudança da SD original

Para a avaliação final decidimos manter as 5 questões formuladas por Peduzzi et al. (1985), já que elas se mostraram uma boa ferramenta para verificar se a concepção alternativa trabalhada foi evoluída ou não. Além destas questões, a avaliação final conta com questões que abordam outros conteúdos que estão presentes na nova SD.

Um resumo da estrutura final da nova SD pode ser vista no quadro abaixo, assim como a indicação dos apêndices em que se encontram as avaliações e atividades propostas.

Quadro 2: Estrutura da Nova Sequência Didática.

Nº da aula	Conteúdo	Apêndice
1	Questões introdutórias e avaliação diagnóstica	A e B
2	Aula expositiva dialogada - História da física	-
3	Experimento PhET - Força e Movimento	C
4	Aula expositiva dialogada - Lei da gravitação universal e exemplos cotidianos	-
5	Experimento PhET - Movimento de projétil	D
6	Aula expositiva dialogada - Leis de Newton e exemplos cotidianos	-
7-8	Atividade de síntese e resumo	A, C e D
9	Avaliação Final	E

Fonte: da própria autora.

5 CONCLUSÕES

Através deste trabalho tive a oportunidade de refletir sobre a minha prática docente no estágio supervisionado. Apesar da quantidade de aulas que ministrei ter sido pouca, muitos eventos que geraram reflexões ocorreram: me deparei com o desânimo e desinteresse de alguns, com questões que eu não estava preparada para responder e com a falta de tempo para trabalhar assuntos importantes da física.

A reflexão a respeito destes eventos mudou a minha forma de pensar e preparar uma sequência didática, como consequência, desenvolvemos uma nova sequência didática que acredito ser capaz de contornar alguns dos problemas vistos na SD original, mas que deve ter também seus problemas a serem resolvidos.

Para identificarmos como esta nova SD pode ter contribuído para a resolução das questões detectadas na SD original e para a evolução do perfil conceitual de força, uma possível continuação deste trabalho é a aplicação da nova SD em turmas da primeira série do ensino médio, seguida de entrevistas com alguns estudantes para compreender melhor o que eles acharam das atividades, do uso da história da física e do quão motivados estavam ao longo da SD, e por fim, a análise destas respostas e a reflexão sobre elas e sobre os novos eventos.

APÊNDICE A - Questões das situações problema

Porque não caímos da Terra?

Por que a Lua gira ao redor da Terra?

Porque a Terra gira ao redor do Sol?

Por que é mais fácil um carro deslizar no chão molhado do que no chão seco?

Entre folha de papel e um caderno, quem chega ao chão primeiro?

E entre uma folha de papel amassada e uma folha de papel não amassada?

Qual a diferença entre massa e peso?

Quando nos pesamos em uma balança, a informação que ela nos fornece é a nossa massa ou o nosso peso?

Se possível utilizar bola para demonstrar os movimentos descritos nas questões abaixo

Quais forças atuam sobre um corpo que se está se movimentando em um plano inclinado?

Quais forças atuam sobre um corpo que é lançado verticalmente?

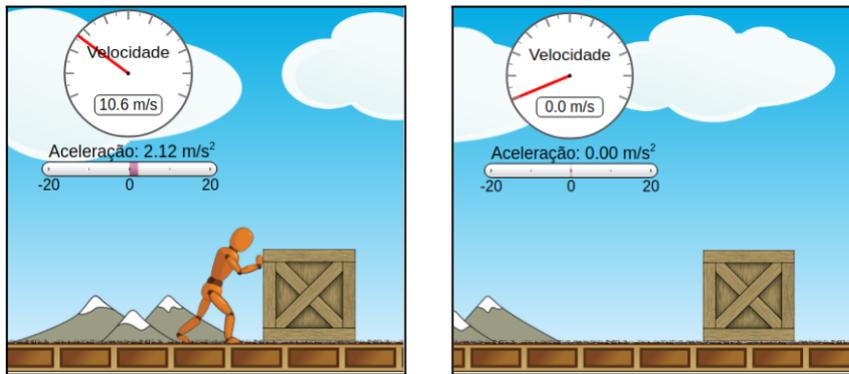
Quais forças atuam sobre um corpo que é lançado horizontalmente?

Quais forças atuam sobre um corpo que é lançado como um projétil?

APÊNDICE B - Questões da avaliação diagnóstica

1. Qual a diferença entre massa e peso?
2. Nomeie e represente, por meio de vetores, as forças que atuam na caixa em cada um dos seguintes momentos:

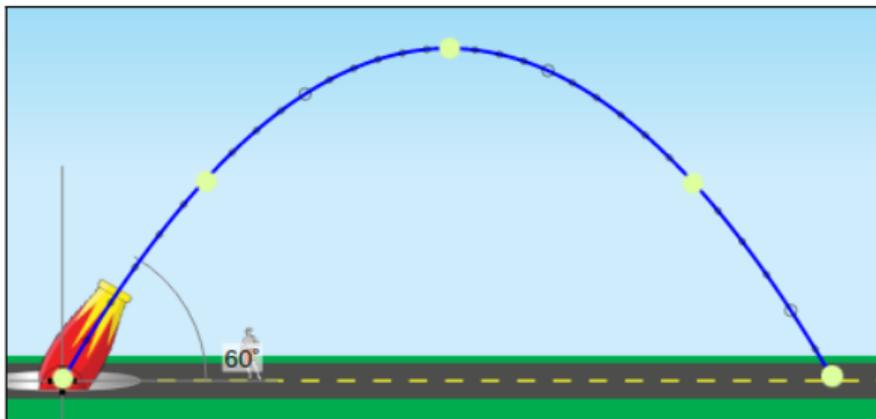
Imagem 1: Imagem do exercício 2 do Apêndice B.



Fonte: Simulação Força e Movimento do PhET.

3. Nomeie e represente, por meio de vetores, as forças que atuam no projétil quando ele está nas posições marcadas pelos círculos verdes, no caso em que há resistência do ar.

Imagem 2: Imagem do exercício 3 do Apêndice B.



Fonte: Simulação Movimento de projétil do PhET.

APÊNDICE C - Questões do experimento PhET - Força e Movimento

Acesse a simulação “Força e Movimento: Noções Básicas” do PhET, escolha a seção “Aceleração” e responda:

1. a) Como fazer a caixa da simulação ficar em movimento, sem que chegue à velocidade zero?

b) No caso em que a velocidade da caixa não chega à zero, quais forças estão atuando sobre a caixa no início do movimento?

c) As forças que você citou acima continuam atuando sobre a caixa durante todo o movimento da caixa?

2. Enquanto o boneco aplica uma força sobre a caixa, o que acontece com a aceleração da caixa? E com a velocidade?

3. Quando o boneco aplica uma força sobre a caixa e em seguida a solta, o que acontece com a aceleração da caixa? E com a velocidade?

APÊNDICE D - Questões do experimento PhET - Movimento de projétil

Acesse a simulação “Movimento de projétil” do PhET e com ela, responda as questões abaixo.

1. Como fazer o objeto lançado pelo canhão atingir a maior distância possível, no caso em que há resistência do ar? Preencha os quadros abaixo com os valores usados por você para obter a resposta desta questão.

Quadro 3: Atividade do Apêndice D.

Informações do canhão	
Altura da base em que o canhão está	
Ângulo de inclinação do canhão	
Velocidade inicial com que o canhão lança o objeto	

Fonte: da própria autora.

Quadro 4: Atividade do Apêndice D.

Informações do local de lançamento do projétil	
Aceleração da gravidade	
Resistência do ar	
Altitude	

Fonte: da própria autora.

Quadro 5: Atividade do Apêndice D.

Informações do projétil	
Massa	
Diâmetro	
Coefficiente de arrasto	

Fonte: da própria autora.

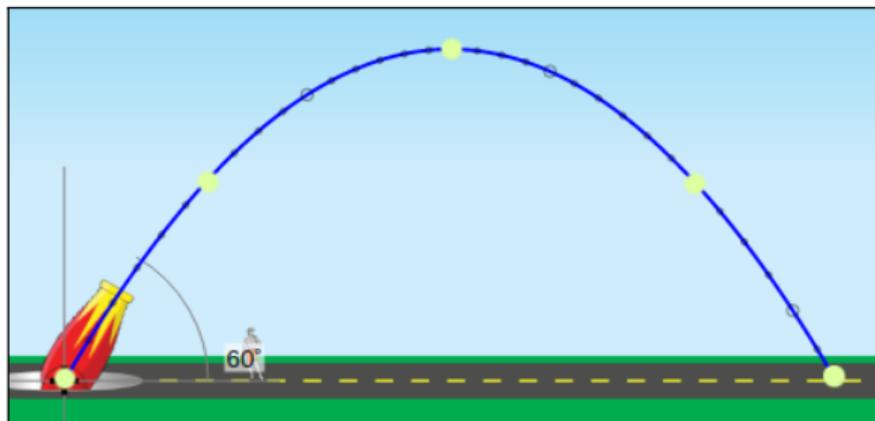
Quadro 6: Atividade do Apêndice D.

Informações da trajetória do projétil	
Distância máxima atingida	
Tempo para atingir a distância máxima	
Altura máxima atingida	
Tempo para atingir a altura máxima	

Fonte: da própria autora.

2. Nomeie e represente, por meio de vetores, as forças que atuam no projétil quando ele está nas posições marcadas pelos círculos verdes, no caso em que há resistência do ar.

Imagem 3: Imagem do exercício 2 do Apêndice D.



Fonte: Simulação Movimento de projétil do PhET.

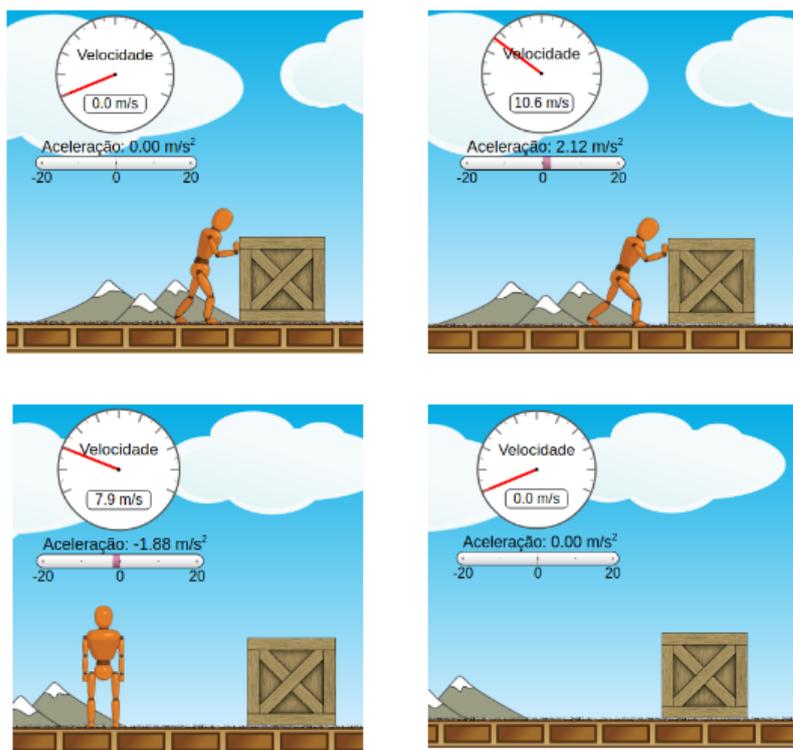
APÊNDICE E - Questões da avaliação final

Questões dissertativas

1. Qual a diferença entre massa e peso?
2. Explique o movimento de queda livre de acordo com o que pensava Aristóteles e de acordo com a Mecânica Newtoniana.
3. As figuras abaixo formam duas seqüências, nomeie e represente - através de vetores - as forças que atuam na caixa em cada um dos seguintes momentos:

Seqüência 1

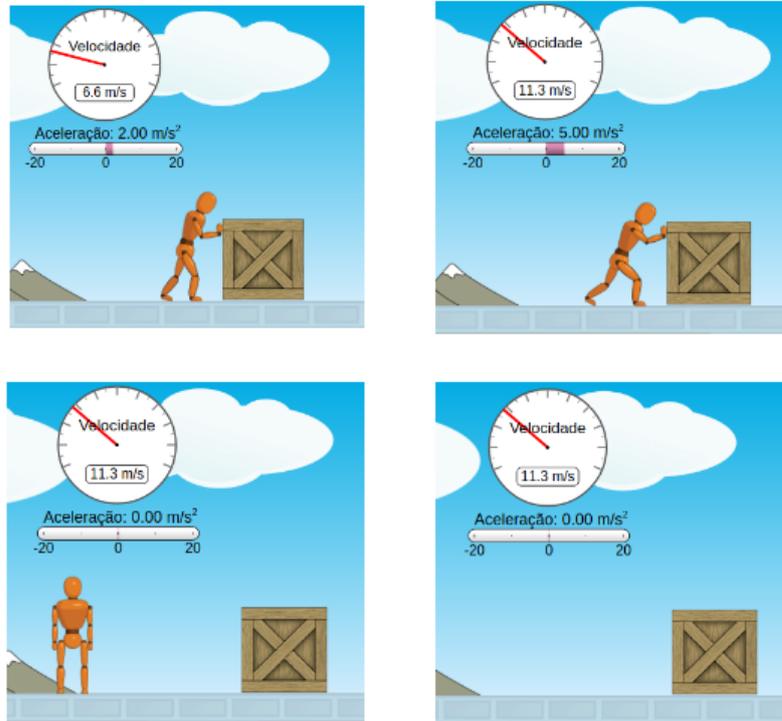
Imagem 4: Imagem do exercício 3 - Seqüência 1 do Apêndice E.



Fonte: Simulação Força e Movimento do PhET.

Sequência 2

Imagem 5: Imagem do exercício 3 - Sequência 2 do Apêndice E.



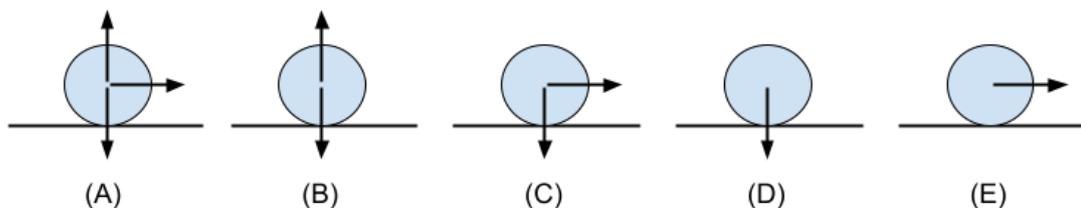
Fonte: Simulação Força e Movimento do PhET.

Questões de Múltipla Escolha (PEDUZZI et al., 1985)

Para cada questão, marque a alternativa correta:

1. Um jogador de sinuca dá uma tacada numa bolinha com o objetivo de colocá-la numa caçapa. Marque qual das alternativas abaixo mostra a(s) força(s) que age(m) sobre a bolinha um pouco antes de chegar ao seu alvo. Despreze o atrito.

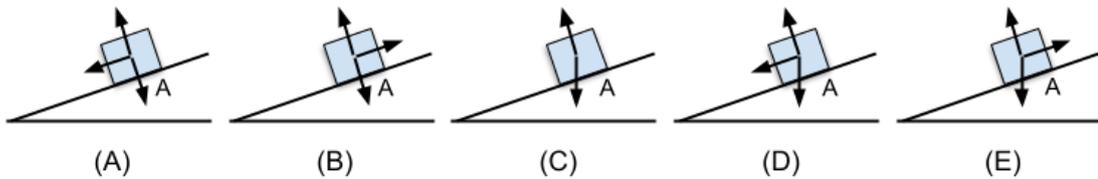
Imagem 6: Imagem da questão 1 de múltipla escolha do Apêndice E.



Fonte: Adaptado pela autora de (PEDUZZI et al, 1985).

2. Um bloco é jogado de baixo para cima ao longo de um plano inclinado liso. Marque a opção que melhor representa a(s) força(s) que age(m) sobre ele, ao passar pelo ponto A, ainda subindo. Despreze o atrito.

Imagem 7: Imagem da questão 2 de múltipla escolha do Apêndice E.



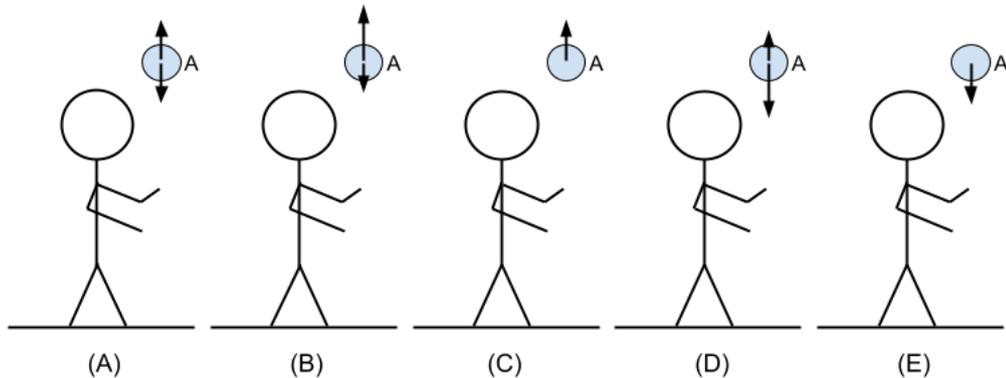
Fonte: Adaptado pela autora de (PEDUZZI et al, 1985).

Leia o enunciado a seguir para responder às questões 3, 4 e 5.

Um menino lança verticalmente para cima uma pequena esfera. Desprezando a resistência do ar, assinale a alternativa que representa a(s) força(s) que age(m) sobre a esfera nas seguintes situações:

3. No ponto A, quando a esfera está subindo.

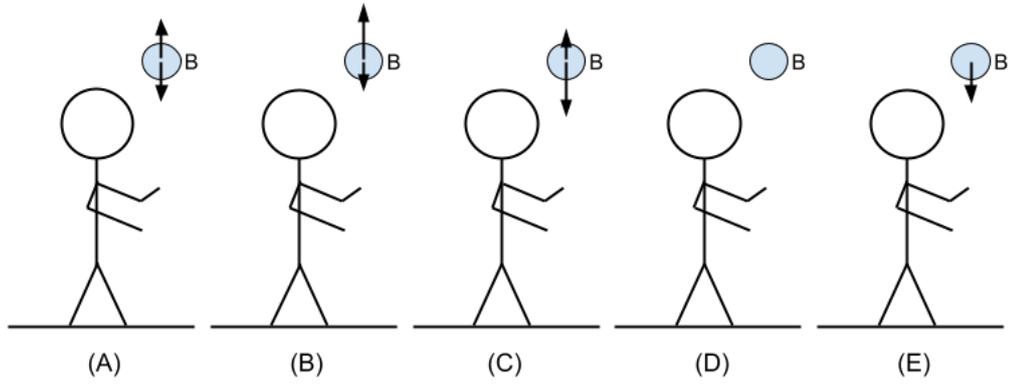
Imagem 8: Imagem da questão 3 de múltipla escolha do Apêndice E.



Fonte: Adaptado pela autora de (PEDUZZI et al, 1985).

4. No ponto B, quando a esfera atinge o ponto mais alto de sua trajetória.

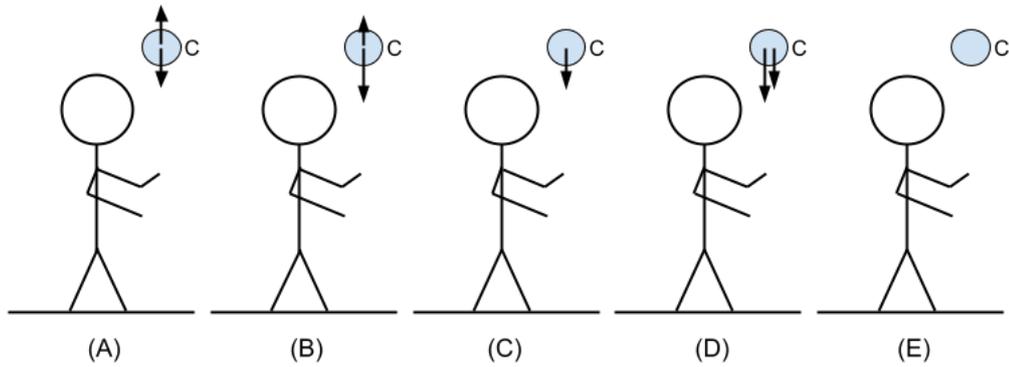
Imagem 9: Imagem da questão 4 de múltipla escolha do Apêndice E.



Fonte: Adaptado pela autora de (PEDUZZI et al, 1985).

5. No ponto C, quando a esfera está descendo.

Imagem 10: Imagem da questão 5 de múltipla escolha do Apêndice E.



Fonte: Adaptado pela autora de (PEDUZZI et al, 1985).

Referências

- CARVALHO, A.M.P. & GIL-PÉREZ, D., (2006). **Formação de professores de ciências**. Questões da nossa época v.6 8ª edição. São Paulo: Cortez.
- DEWEY, J., (1993). **Como pensamos**. São Paulo: Nacional.
- DORAN, B.G., (1972). **Misconceptions of selected science concepts held by Elementary School students**. Journal of Research in Science Teaching, v. 9, n. 2, p. 127-137
- DRIVER, R. P., (1974). **The representation of conceptual frameworks in young adolescent science students**. Dissertation Abstracts International Section A: Humanities and Social Sciences, 34(11-A), 7065.
- ERICKSON, F., (1986). **Qualitative methods in research on teaching**. In: WITTRICK, M. C.(org.). Handbook of research on teaching. New York: Macmillan.
- FIRESTONE, W.A., (1987). **Meaning in Method: The Rhetoric of Quantitative and Qualitative Research**. Educational Researcher, 16(7), 16–21.
- GERALDI, C.M.G. et al., (1998). **Cartografia do trabalho docente**. Campinas, SP: Mercado de Letras.
- LIN, A. et al., **Movimento de projétil**. PhET Interactive Simulations. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/projectile-motion/credits>. Acesso em: 27 de nov. de 2022.
- LIU, G. & FANG, N., (2016). **Student Misconceptions about Force and Acceleration in Physics and Engineering Mechanics Education**. International Journal of Engineering Education. 32. 19-29.
- MARTINS, R.A., (2006). Introdução. **A história das ciências e seus usos na educação**. Pp. xxi-xxxiv, in: SILVA, Cibelle Celestino (ed.). Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Livraria da Física.
- NARDI, R. & GATTI, S.R.T., (2004). **Uma revisão sobre as investigações construtivistas nas últimas décadas: concepções espontâneas, mudança conceitual e ensino de ciências**. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), v. 6, n. 2, p. 115–144, dez. 2004.
- NASCIMENTO, W.E., (2011). **História do desenvolvimento do conceito de força: um estudo visando contribuições para o ensino de Física no nível médio**. Trabalho de Graduação em Licenciatura em Física – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, UNESP – Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá.
- OSBORNE, R. & WITTRICK, M., (1985). **The generative learning model and its implications for science education**. Studies in Science Education, v.12, p.59-87.

PEDUZZI, L.O.Q. & PEDUZZI, S.S., (1985). **O conceito de força no movimento e as duas primeiras leis de Newton.** Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, 2(1): 6-15, abr.

PODOLEFSKY, N. et al., **Força e Movimento: Noções Básicas.** PhET Interactive Simulations. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/forces-and-motion-basics>. Acesso em: 27 de nov. de 2022.

POSNER, G.J. & STRIKE, K.A., HEWSON & P.W. & GERTZOG, W.A., (1982). **Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change.** Science Education, 66(2): 211-227.

RODRIGUES, M.I.R., (2001). **Professores pesquisadores: Reflexão e a Mudança Metodológica no Ensino da Termodinâmica.** São Paulo. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, Instituto de Física - Departamento de Física Experimental.

RODRIGUES, M.I.R. & CARVALHO, A.M.P., (2001). **Professores - pesquisadores: reflexão e mudança metodológica no ensino de física - o contexto da avaliação.** Ciência & Educação (Bauru).

SCHON, D., (1983). **The reflective practitioner: How professionals think in action.** New York: Basic Books.

VIENNOT, L., (1979). **Spontaneous reasoning in elementary dynamics.** European Journal of Science Education, v. 1, n. 2, p. 205-222.

WATTS, D. & ZYLBERSZTAJN, A., (1981). **A survey of some children's ideas about force.** Physics Education, v. 15, p. 360 – 365.