

# Concepções Espontâneas em Física: Calouros de um Curso de Licenciatura

## Spontaneous conceptions in physics: beginners of a degree course of teachers

---

Luiz Clement

Diego A. Duarte

Sara F. Fissmer

---

### Resumo

No presente artigo apresentamos os resultados e algumas considerações sobre um levantamento de concepções espontâneas de alunos ingressantes em um Curso de Licenciatura em Física. Com esse estudo objetivamos, inicialmente, fazer um breve levantamento das concepções alternativas dos estudantes sobre alguns tópicos conceituais de mecânica e eletrodinâmica e, posteriormente, comparar nossos resultados com algumas evidências manifestadas na literatura. Para isso, elaboramos um instrumento investigativo, composto por 07 questões, que foi aplicado aos alunos da disciplina de Introdução à Física, durante três semestres consecutivos. Constatamos que os alunos, mesmo já tendo passado por uma escolarização formal e estudado os princípios físicos investigados, utilizam concepções tidas como de senso comum para explicar as situações problematizadas. Portanto, reforçamos a posição de que as concepções espontâneas dos alunos não podem ser ignoradas durante o processo de escolarização, seja ele de ensino básico ou de nível universitário.

**Palavras-chave:** concepções espontâneas, ensino de física, conhecimento escolar.

---

### Abstract

In this paper we present the results and some considerations about a survey

---

of spontaneous conceptions of beginners students for an one degree course for physics teachers. With this study we sought to initially make a brief survey of alternative conceptions of students on some conceptual topics of mechanics and electrodynamics, and later compare our results with some evidence raised in the literature. For this, we develop an investigative tool, composed of 07 questions, which was applied to the students of Introduction to Physics course, for three consecutive semesters. We found that students, even having already gone through a formal education and having studied the physics principles investigated, concepts taken as common sense are used to explain the situations problematized. Therefore, we reinforce the view that the spontaneous conceptions for students' can not be ignored during the process of schooling, be it basic education or university level.

**Keywords:** spontaneous conceptions, physics education, school knowledge.

---

## Introdução

As interpretações e explicações dadas pelas pessoas a diferentes fenômenos físicos se desenvolvem ao longo de suas vidas. Isso significa que nem toda interpretação que um indivíduo use para explicar uma situação e/ou fenômeno físico tenha sua origem na escola. A discussão que permeia a questão da construção do conhecimento escolar é ampla, abrangendo diferentes interpretações e explicações. Neste artigo não temos a pretensão de esgotar a discussão sobre esta temática; objetivamos problematizar um pouco o aspecto da constituição do conhecimento escolar e a sua relação com o conhecimento cotidiano e científico.

Visando tal problematização é possível lançar mão de algumas questões, tais como: Qual a natureza dos conhecimentos envolvidos nas atividades didáticas realizadas em sala de aula? Estaremos tratando apenas de conhecimentos escolares? Precisamos de conhecimentos científicos? E os conhecimentos adquiridos e construídos no dia-a-dia, no cotidiano dos alunos, onde ficam? Há uma relação entre esses conhecimentos? Como ela ocorre? Além dessa série de questões poderíamos listar várias outras, justificáveis pela dimensão que esta discussão adquire.

O que é muito provável é que o processo de constituição do conhecimento escolar ocorra no embate com os demais saberes sociais. Segundo Lopes (1999), dentre esses diferentes saberes sociais temos o conhecimento cotidiano e o conhecimento científico, que se configuram em dois campos que manterão uma inter-relação direta com o conhecimento escolar nas ciências físicas, porém, com algumas contradições.

As idéias intuitivas dos indivíduos, formadas em seu cotidiano, nem sempre são compatíveis com as explicações científicas e, por essa razão, a partir do final da década de setenta e durante a década de oitenta várias pesquisas foram realizadas com o objetivo de levantar e mapear essas idéias. As idéias intuitivas também passaram a ser chamadas de erros conceituais, concepções alternativas, concepções espontâneas, entre outros. Neste sentido, alguns trabalhos

acabaram sendo decisivos para encadear um processo sistemático de estudo das pré-concepções, concepções alternativas, como é o caso da tese de doutorado de Vienot em 1976 (resultados publicados em artigo em 1979) e um artigo de Driver e Easley em 1978.

Já voltado ao processo de aprendizagem, Posner, Strike, Hewson e Gertzog (1982) distinguem duas fases no processo de aprendizagem de conceitos científicos: a *assimilação* (ou captura conceitual) e a *acomodação* (ou troca conceitual). Na assimilação os autores sinalizam que o conceito novo ao se caracterizar incompatível com o conhecimento prévio do aluno pode ser incorporado ao seu sistema conceitual já previamente estabelecido. Já a acomodação é a forma mais radical de mudança conceitual, caracterizada pela incompatibilidade entre os conceitos prévios e os novos, gerando assim um conflito cognitivo, que por sua vez é solucionável a medida que o conhecimento prévio é substituído pelo novo. Para que ocorra a mudança conceitual caracterizada pelo processo de acomodação, os autores propuseram um modelo baseado em quatro condições: 1) deve existir insatisfação com as concepções espontâneas; 2) o conceito novo deve ser inteligível; 3) conceito novo deve ser plausível (verossímil) e; 4) conceito novo deve ser útil (frutífero).

Com esse modelo de mudança conceitual pressupunha-se que os estudantes abandonariam as concepções espontâneas, passando a raciocinar mediante os conhecimentos científicos. No entanto, vários trabalhos mostraram que a mudança conceitual não acontecia tão facilmente no processo de ensino-aprendizagem (Solomon, 1983; Gilbert e Watts, 1983, entre outros).

Conforme Carrascosa et al (1991), as investigações realizadas com o intuito de delimitar como se originam e consolidam as concepções espontâneas levaram ao desenvolvimento da concepção construtivista de aprendizagem. Apontando assim, para a direção de que a aprendizagem se desenvolve a partir da relação entre os conhecimentos pré-existentes e os novos conhecimentos. Os conhecimentos novos são interpretados e lhes é atribuído algum significado e sentido mediante a relação com os conhecimentos prévios (Driver, 1988; Novak, 1988; Moreira e Novak, 1988).

Mortimer (1995) propõe um modelo chamado de perfil conceitual, no qual concebe a possibilidade do indivíduo desenvolver e conviver com diferentes formas de pensamento e ainda utilizar uma ou outra dependendo do contexto. Para tanto, no modelo de perfil conceitual também é possível que se desenvolva novos conhecimentos independentemente das idéias prévias, fazendo com que aja uma evolução de idéias e não uma substituição. Isso fica claro quando afirma que a noção de perfil conceitual (Mortimer, 1996, p. 23)

*“... permite entender a evolução das idéias dos estudantes em sala de aula não como uma substituição de idéias alternativas por idéias científicas, mas como a evolução de um perfil de concepções, em que as novas idéias adquiridas no processo de ensino-aprendizagem passam a conviver com as idéias anteriores, sendo que cada uma delas pode ser empregada no contexto conveniente. Através dessa noção é possível situar as idéias dos estudantes num contexto mais amplo que admite sua convivência com o saber escolar e com o saber científico”.*

Tendo em vista os diversos trabalhos sobre concepções espontâneas e a importância que estes atribuem às idéias prévias de alunos no contexto escolar, realizamos um estudo com estudantes ingressantes em um Curso de Licenciatura em Física. Com esse estudo objetivamos fazer um breve levantamento das concepções alternativas dos estudantes sobre alguns tópicos conceituais de mecânica e eletrodinâmica. Diante disso, buscamos comparar nossos resultados com algumas evidências manifestadas na literatura, a saber: as concepções espontâneas persistem mesmo após a escolarização formal; as concepções espontâneas manifestas são, muitas vezes, similares a idéias históricas e importantes do passado; têm amplo poder explicativo e são pautadas principalmente na funcionalidade. Paralelo a isso conduzimos uma breve discussão sobre a construção dos conhecimentos escolares, considerando que os alunos vêm para sala de aula com uma bagagem de conhecimentos de senso comum e buscam a apropriação de conhecimentos ditos como científicos.

## **Conhecimento escolar: marcado pela presença de discursos distintos**

Em sala de aula não se produz ciência. O foco da escola se volta ao ensino de ciências, tendo por base os conhecimentos científicos historicamente produzidos e reconhecidos. Para atender a isso, não compreendemos que o ensino deva se desenvolver mediante um processo de simples transmissão, segundo o qual o aluno é visto como um agente passivo e vazio de saberes. Ao contrário, acreditamos que o aluno traz para sala de aula saberes desenvolvidos na interação com as pessoas de seu convívio cotidiano e no contato com diferentes fontes de informação (televisão, jornais, revistas, entre outros). Estes saberes desenvolvidos fora do contexto escolar compõem o seu discurso de senso comum (ou cotidiano).

O conhecimento cotidiano, conforme Lopes (1999, p. 143),

*“é a soma de nossos conhecimentos sobre a realidade que utilizamos de um modo efetivo na vida cotidiana, sempre de modo heterogêneo. É o conhecimento-guia de nossas ações, nossas conversas e decisões... O*

*conhecimento cotidiano pode, inclusive, acolher certas aquisições científicas, mas não o conhecimento científico como tal”.*

Neste sentido, o conhecimento cotidiano é pragmático e sua validade no dia-a-dia é conferida sob o aspecto da funcionalidade (Lopes, 1999). Isso é perceptível em certas situações como, por exemplo, ao afirmarmos que os cobertores, durante o inverno, nos aquecem, protegendo-nos do frio; ou ainda, ao afirmarmos que uma bola jogada verticalmente para o alto pára na altura máxima porque gastou toda força nela impressa no momento do lançamento. Estes são dois casos típicos em que erros conceituais (científicos) são cometidos, embora no contexto cotidiano não sejam nem mesmo assim caracterizados, sendo validados pela sua funcionalidade.

A designação “conhecimento científico”, normalmente é atribuída ao que é produzido pela investigação científica, ou seja, pela atividade humana que chamamos de Ciência. De acordo com um dicionário de filosofia (Morató & Riu, 1998), é possível identificar algumas das características deste verbete, a saber, trata-se de um conhecimento racional, metódico, objetivo, verificável e sistemático, que se configura em leis e teorias, sendo comunicável e aberto a críticas e à eliminação de erros.

Na escola, quando não se ignora o conhecimento cotidiano do aluno, se instala um contexto complexo em que há a presença de discursos distintos (o científico e o cotidiano) que buscam explicações sobre fenômenos e situações guiadas por caminhos diferentes. Na problematização destes dois discursos que resulta um novo conhecimento, que pode ser caracterizado designado como conhecimento escolar (Lopes, 1999). Dessa forma, a escola, enquanto instituição de ensino tem como meta e como função social formar pessoas que possam participar e atuar consciente e ativamente na sociedade em que vivem (García, 1998).

Porém, como sinaliza García (1998), efetivou-se uma cultura em que o conhecimento que se trabalha nas aulas se identifica, basicamente, com o conteúdo do livro texto. Sendo assim, o ensino se reduz à transmissão destes conteúdos, sem considerar outros conhecimentos. Este ensino não leva em conta as idéias anteriores dos alunos ou as considera “errôneas”, entendendo que devem ser eliminadas e substituídas pelo conhecimento científico que, por sua vez, é considerado como “verdadeiro”.

Nesse tipo de ensino, pode-se correr o risco dos alunos serem convencidos de que não há uma diversidade de interpretações sobre o mundo, havendo somente uma verdade a aprender – a do professor e/ou do livro texto - e para aprendê-la basta que copiem e repitam o que lhes é indicado (García, 1998). Dessa forma, segundo Garcia a escola perde sua razão de ser, de forma que, em vez de preparar os indivíduos para compreender, julgar e intervir em sua comunidade, de maneira responsável, justa, solidária e democrática, os prepara para a dependência, a subordinação e o comportamento rotineiro e obediente.

Como a sociedade se configura num mundo que está em interação contínua com as diversas formas de conhecimento, sujeitas a constantes evoluções, a educação deverá assumir, necessariamente, a tarefa de formar cidadãos aptos a entender e viver neste contexto. Dessa forma, o conhecimento científico ganha importância, principalmente, (Lopes, 1999, p. 108)

*“... para nos defendermos da retórica científica que age ideologicamente em nosso cotidiano. Para vivermos melhor e atuarmos politicamente no sentido de desconstruir processos de opressão, precisamos do conhecimento científico. Inclusive, para sabermos conviver com a contradição de observarmos o triunfo da ciência e valer-nos do que esse triunfo tem de vantajoso para nossas vidas, bem como questionarmos seus métodos, seus processos ideológicos e de alienação, sem deixar de compreender os limites de suas possibilidades de atuação”.*

Com isso, mais uma vez maximiza-se a importância da escola, por se tratar de um espaço fundamental para o desenvolvimento intelectual e humano das pessoas. E esse desenvolvimento será tão mais eficaz se considerarmos que nossos alunos possuem conhecimentos prévios, os quais são bastante representativos para eles e nos propormos a debatê-los e confrontá-los com o conhecimento sistematizado.

## **Desenvolvimento da pesquisa**

Inicialmente foram analisados alguns trabalhos de levantamento de concepções espontâneas em Física, para determinarmos como procederíamos em nossa investigação. A partir disso, determinamos duas áreas conceituais para serem investigadas, quais sejam: mecânica (conceitos relacionados à força e movimento) e eletrodinâmica (movimento de portadores de carga elétrica). Para investigar as concepções dos alunos, escolhemos algumas questões de artigos da área e (re)elaboramos outras. Com isso montamos um conjunto de 07 questões, 05 de mecânica e 2 de eletrodinâmica (instrumento encontra-se em anexo). Das 5 questões de mecânica 3 são objetivas e 2 descritivas e as de eletrodinâmica são objetivas.

O conjunto de questões foi proposto a 3 turmas de calouros (semestres 2007/01; 2007/02 e 2008/01) do Curso de Licenciatura em Física da Universidade do Estado de Santa Catarina, abrangendo um total de 103 alunos. Os alunos foram solicitados a responder as questões, atribuir o grau de confiança, ou seja, quantificar a sua certeza na resposta e justificar a mesma. Cada aluno respondeu as questões individualmente e sem consultar qualquer tipo de material.

Os dados/informações obtidos foram tabulados e os resultados foram organizados da seguinte forma: para as questões 1, 2, 3, 6 e 7 fizemos uma representação gráfica para expressar a porcentagem de alunos por alternativa assinalada e para representar estatisticamente o grau de

certeza dos alunos em suas respostas. Para as questões 4 e 5 montamos uma tabela indicando as forças presentes nos diagramas feitos pelos alunos e, em seguida, montamos um gráfico relacionando o grau de confiança dos alunos em suas respostas.

## Constatações, resultados e comentários

Apresentaremos os resultados seguindo a ordem das questões do instrumento utilizado para efetuar o levantamento das concepções espontâneas dos alunos.

### Questão 1

Apresentamos, inicialmente, o gráfico que ilustra o percentual de alunos por alternativa de resposta:

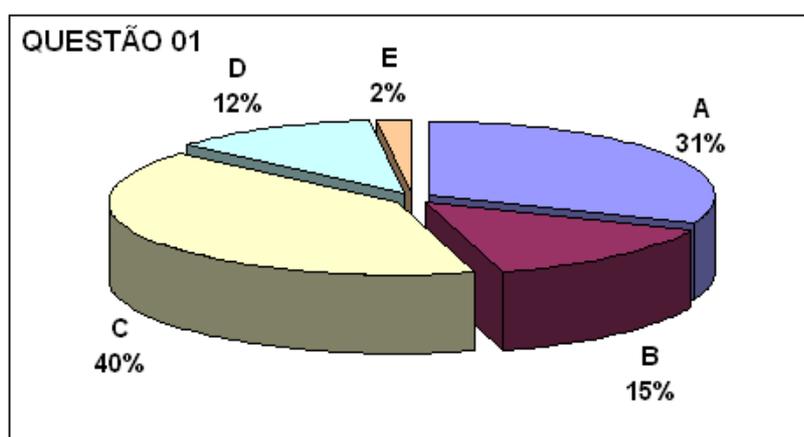


Figura 1: Relação de alunos por alternativa.

Neste gráfico observamos que a maioria dos alunos optou pela alternativa (C), que indicava, por setas, a atuação de uma força para cima e outra para baixo. A seta apontando para cima é um pouco menor que a seta indicando uma força para baixo. A alternativa (A) também foi opção de um grande número de alunos, segunda maior frequência. Esta alternativa também indicava duas setas, representando uma força para cima e outra para baixo, diferenciando-se da alternativa (C) pela representação das setas serem de mesmo tamanho, indicando forças iguais.

O que fica evidente nesta escolha é a concepção de que deve haver uma força no sentido do movimento, ou seja, a bola está subindo logo há uma força para cima. Essa conclusão fica explícita quando olhamos as justificativas apresentadas pelos estudantes. Seguem algumas: “Existem duas forças, uma para cima relacionada ao impulso e outra para baixo relacionada à gravidade e são de mesma intensidade pois está próximo da altura máxima”; “Existe uma força de lançamento, mas que próximo da altura máxima, é menor que a força da gravidade, pois a bola após alcançar a altura máxima começa a cair”; “Temos a força que fazemos para jogá-la e a força peso”. Justificativas similares a essas foram as que apareceram com maior frequência.

Tiveram ainda 12% que optaram pela alternativa (D), a qual indicava apenas uma seta para cima. A justificativa predominante dos alunos foi: pelo fato da bola estar subindo deveria haver uma força nesse sentido. Apenas 15% dos alunos optaram pela alternativa (B), que indicava apenas uma seta para baixo e justificaram dizendo: “a única força atuante é a da força peso, se desprezado a resistência do ar”; “A força gravitacional ‘puxa’ a bola para baixo, o que fará ela ‘frear’ enquanto sobe e após isso venha a cair”.

Apresentamos na seqüência um gráfico que ilustra o grau de confiança dos alunos nas respostas:

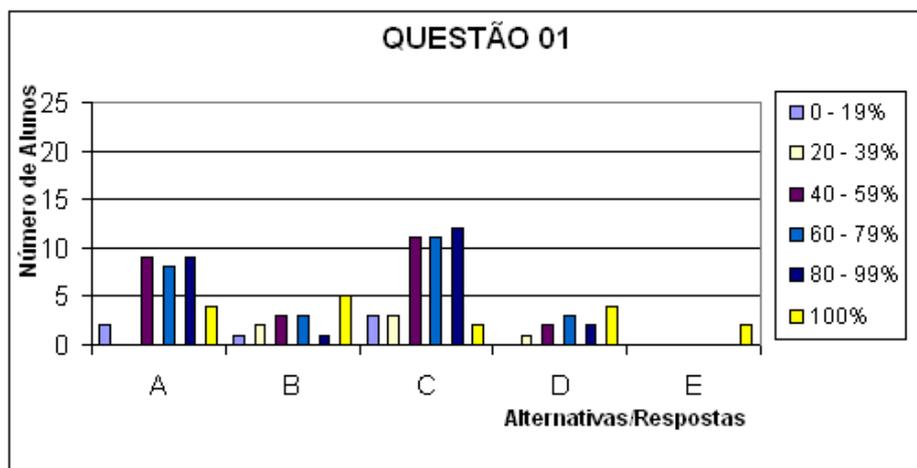


Figura 2: Grau de confiança na resposta.

Esse gráfico ilustra dois aspectos bem interessantes: 1) o fato de que a segurança da maior parte dos alunos que optaram pelas alternativas (A) e (C) passa de 80%, o que evidencia uma crença bem forte, qual seja, de que é necessária a atuação de uma força no sentido do movimento; 2) o maior índice de alunos com 100% de certeza em sua resposta concentra-se na alternativa (B), que corresponde à resposta coerente para esta questão. Isso parece indicar uma clareza conceitual destes últimos e uma convicção forte dos primeiros na concepção espontânea indicada.

## Questão 2

Essa questão aborda uma situação na qual um homem empurra um caixote, de forma que se mova com velocidade constante, sobre um assoalho plano. O gráfico abaixo ilustra o percentual de alunos por alternativa:

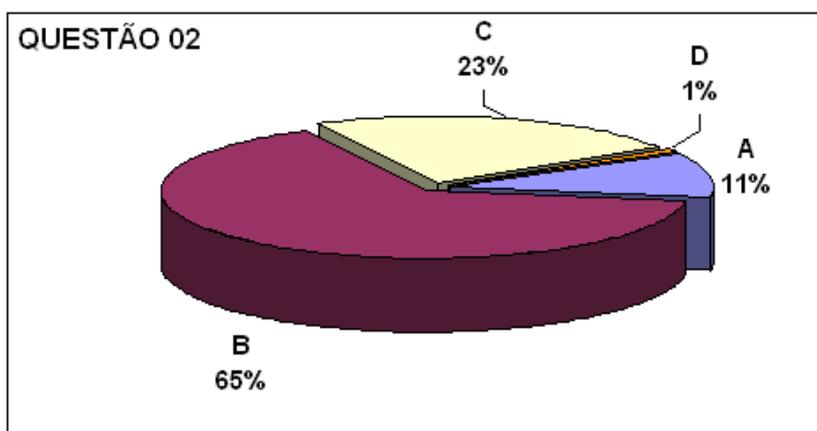


Figura 3: Relação de alunos por alternativa.

Pelo gráfico podemos perceber que a grande maioria escolheu a alternativa (B), justificando, por exemplo, que: “Existe atrito, porém a força de atrito é menor que a força aplicada, por isso o caixote se movimenta”; “A força de atrito existe mas é necessário que seja menor para que o caixote se movimente”; “Para que  $F$  seja constante, é necessário que o atrito entre o assoalho seja menor que a intensidade de  $F$ ”. Novamente fica evidente a concepção de que para que haja movimento deve haver uma força no sentido do movimento.

Nessa questão, um percentual de 23% optou pela alternativa (C), que apresentava a resposta coerente para a questão. O grau de confiança dos alunos nas alternativas escolhidas está representada no gráfico abaixo:

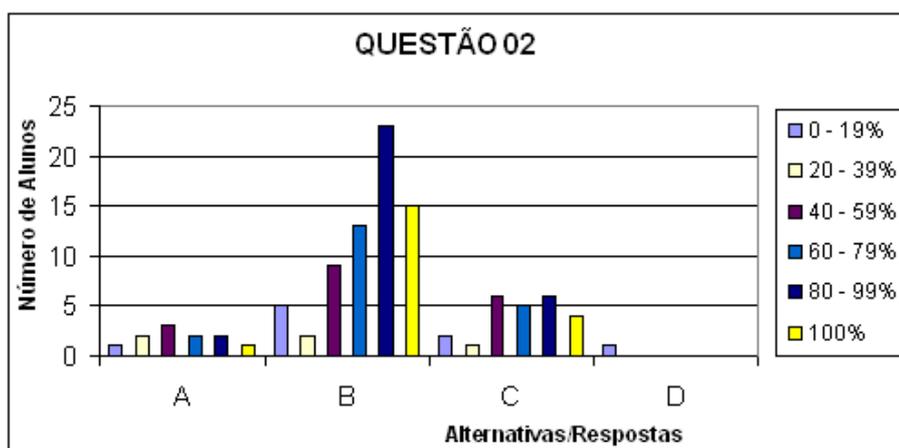


Figura 4: Grau de confiança na resposta.

Nessa questão fica bem marcado o alto grau de certeza na alternativa (B), sendo expressivo o número de alunos com confiança na resposta superior a 80%. Assim, vê-se reforçada a tese de que os alunos valorizam e acreditam fortemente na concepção que relaciona força e velocidade e não força e variação da velocidade.

### Questão 3

A terceira questão problematiza uma situação de queda de um objeto dentro de um lago de águas paradas. As respostas fornecidas pelos alunos se distribuem da seguinte forma:

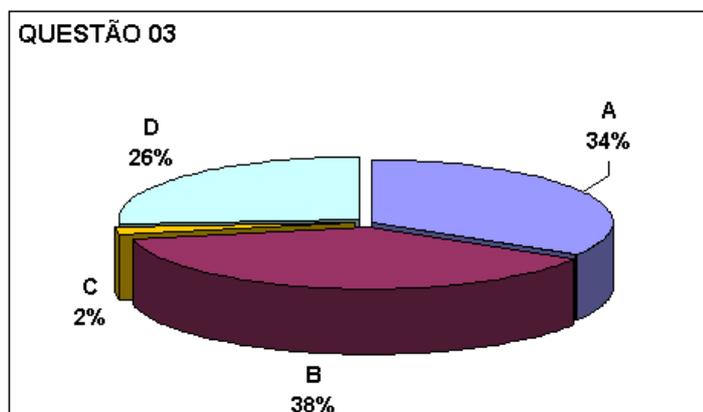


Figura 5: Relação de alunos por alternativa.

Podemos observar aqui que a maioria dos alunos optou pela alternativa (B), que expressa a resposta adequada para esta questão. Isso parece evidenciar que dependendo do contexto pode haver uma clareza maior para a utilização e aplicação dos conhecimentos científicos do que em outros, mas essa conclusão deve ser minimizada pelo grau de certeza, atribuída pelos alunos, em sua resposta, como pode ser constatado na figura 6. Seguem algumas justificativas apresentadas pelos alunos: “A velocidade torna-se constante pois não haverá aceleração do objeto”; “Como a força resultante é zero, não há variação de velocidade”; “A velocidade é constante pois a força é nula, ou seja não há aceleração”.

É importante ressaltar que a alternativa (A) obteve um índice de escolha bastante próximo da (B) e evidencia a concepção já manifesta pelos alunos nas duas questões anteriores. Agora essa concepção se configura na idéia que quando a força resultante sobre um objeto é nula sua velocidade também será nula, o que pode ser constatado nas justificativas apresentadas pelos alunos: “Se a força for nula, a velocidade também é nula”; “Se as forças se anulam o objeto encontra-se em repouso”. Os alunos que optaram pela alternativa (D) o fizeram basicamente com base nas seguintes justificativas: “Sem a força atuando a velocidade decresce devido a força de atrito com a água”; “A água empurra o objeto para cima”.

Quanto á segurança nas respostas obtemos os seguintes resultados:

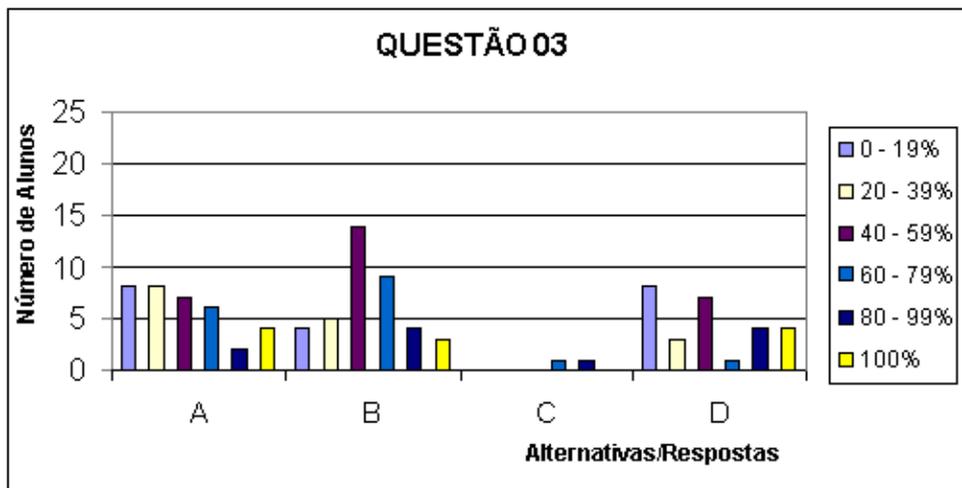


Figura 6: Grau de confiança na resposta.

O gráfico, da figura 6, mostra que são poucos os alunos que manifestaram uma segurança em sua resposta superior a 80%, o que indica uma baixa convicção em suas escolhas, ou seja, prevaleceu a dúvida.

### Questões 4 e 5

As questões 4 e 5 não apresentavam alternativas de respostas. Essas questões exigiram, dos alunos, a representação das forças atuantes sobre um corpo em duas situações distintas. A primeira, no lançamento de um bloco sobre um plano inclinado. A segunda solicitava a representação das forças que atuam sobre uma bola de golfe, após ser tacada, em um determinado ponto de sua trajetória. Sintetizamos as respostas dos alunos em uma tabela:

Tabela 1 – Forças representadas pelos alunos.

Ordem/ Referência	QUESTÃO 4		QUESTÃO 5	
	Forças	Nº de Alunos	Forças	Nº de Alunos
I	Atrito	1	Força Imaginária	8
II	Peso e Normal	4	Peso	7
III	Peso e Atrito	5	Peso e Normal	5
IV	Peso, Atrito e Normal	3	Peso e Atrito	4
V	<i>Peso, Atrito, Normal e Força Imaginária (I)</i>	<b>40</b>	Peso, Atrito, Normal e Força Imaginária	7
VI	<i>Peso, Atrito e Força Imaginária (II)</i>	<b>26</b>	<i>Peso, Atrito e Força Imaginária (I)</i>	<b>23</b>
VII	Atrito, Normal e Força Imaginária	3	Peso, Normal e Força Imaginária	8
VIII	Peso, Normal e Força Imaginária	5	Atrito e Força Imaginária	2
IX	Atrito e Força Imaginária	2	<i>Peso e Força Imaginária (II)</i>	<b>30</b>
X	Peso e Força Imaginária	6	Atrito, Força Imaginária e Normal	1
XI	Força Imaginária	4	Não responderam	8
XII	Não responderam	4		

A “Força Imaginária”, que apareceu na grande maioria das respostas, representa uma força apontada na mesma direção e sentido do movimento do bloco, reforçando a idéia intuitiva de que deve haver uma força no sentido do movimento. Os alunos, em sua maioria, a representavam com a letra “F”, não lhe atribuindo um nome como ocorreu com as demais forças. Por essa razão, optamos em chamá-la de *força imaginária*.

Quanto ao grau de confiança dos alunos em suas respostas, apresentamos a seguir dois gráficos:

- o primeiro (Figura 7) diz respeito a questão 4 e aos alunos que representaram, em seus diagramas, as forças listas na tabela 1 e identificadas pela ordem/referência V e VI;

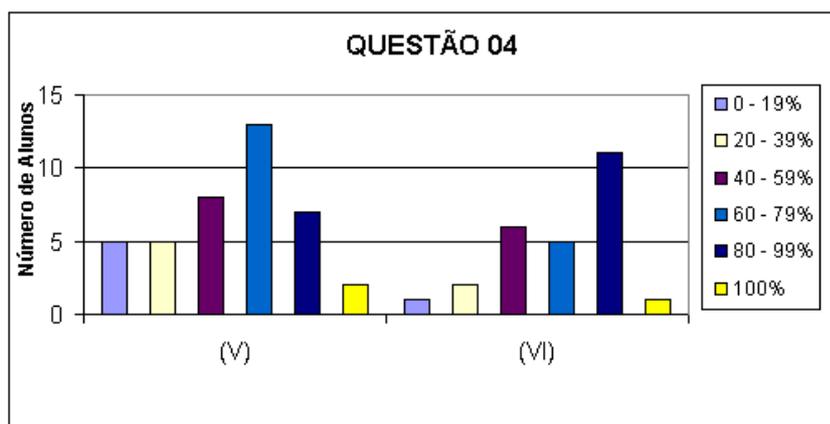


Figura 7: Grau de confiança na resposta.

Pelo gráfico constatamos que o grau de confiança compreendido pela faixa 80 – 99% é significativo para os dois grupos, abrangendo inclusive a maior parcela dos alunos que partilham do grupo de referência (VI). Fica novamente reforçada a idéia intuitiva relacionando uma força no sentido do movimento.

- o segundo (Figura 8) diz respeito a questão 5 e aos alunos que representaram, em seus diagramas, as forças listadas na tabela 1 e identificadas pela ordem/referência VI e IX;

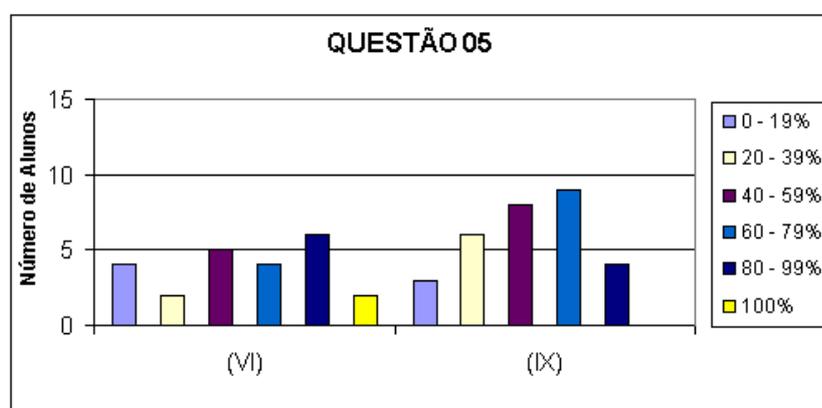


Figura 8: Grau de confiança na resposta.

Neste gráfico constatamos que o grau de confiança dos alunos, em suas respostas, não é tão acentuado para a maioria. No grupo referenciado por (IX) há uma distribuição majoritária que vai de 20% de segurança a 79%. Já o grupo de referência (VI), que é menor que o grupo (IX), o grau de confiança centraliza-se nas faixas 80 – 99% e 40 – 59%. Muito embora, os diagramas de força representados pelos dois grupos se diferenciam apenas pelo fato do segundo (IX) não ter representado uma força de resistência do ar. Os alunos que representaram uma força de resistência o ar a chamaram de atrito.

## Questão 6

As questões 6 e 7 abordaram o conceito de corrente elétrica. A questão 6, em particular, consistiu-se na problematização de uma situação de acendimento de uma lâmpada. Da análise das respostas fornecidas pelos alunos obtemos:

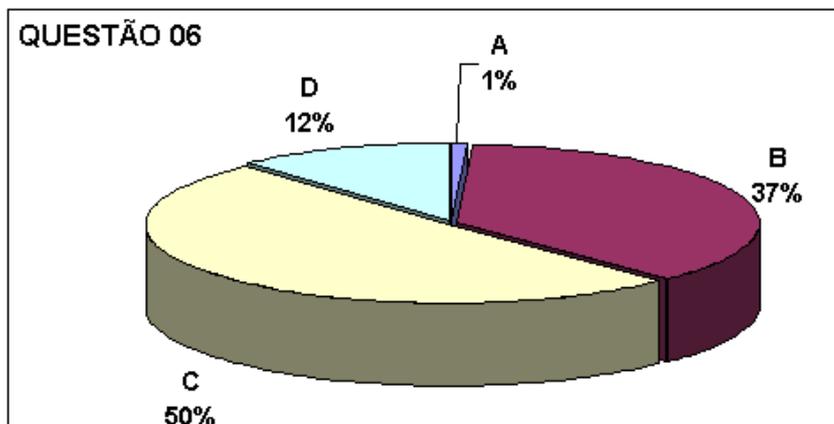


Figura 8: Relação de alunos por alternativa.

A maioria dos alunos optou pela alternativa (C), respondendo corretamente a questão e, pelo gráfico da figura 9, podemos constatar que boa parcela dos alunos respondeu com uma segurança superior a 80%. As justificativas para essa resposta, em sua maioria, foram praticamente reescrevendo a resposta da própria alternativa, por exemplo: *“a corrente parte de um pólo, passa pela lâmpada e retorna a mesma corrente para o outro pólo, a corrente não diminui, pois não é consumida pela lâmpada”*.

Mesmo a maioria tendo optado pela alternativa certa, ainda é expressivo o percentual (37%) de alunos que possui a concepção de que parte da corrente elétrica é consumida na lâmpada. Seguem alguns exemplos de justificativas apresentadas pelos alunos ao defenderem essa idéia: *“Parte da energia se perde ao acender a lâmpada, por isso a corrente diminui”*; *“Parte da corrente é consumida na lâmpada, transformando parte em luz e calor na lâmpada”*; *“A corrente volta um pouco menor devido a resistência da lâmpada”*. Além disso, 12% dos alunos afirmaram, ao optarem pela alternativa (D), que a corrente elétrica sai de ambos os pólos da bateria e se consome na lâmpada. Para isso, apresentaram justificativas do tipo: *“Para que se acenda a lâmpada é necessário que haja uma carga positiva e outra neutra, e por isso que a bateria é consumida de forma igual”*; *“A lâmpada precisa de carga positiva e negativa para acender”*.

Quanto ao grau de confiança nas respostas constata-se que o índice de confiança maior foi manifestado pelos alunos que optaram pela alternativa (C), como ilustra o gráfico abaixo:

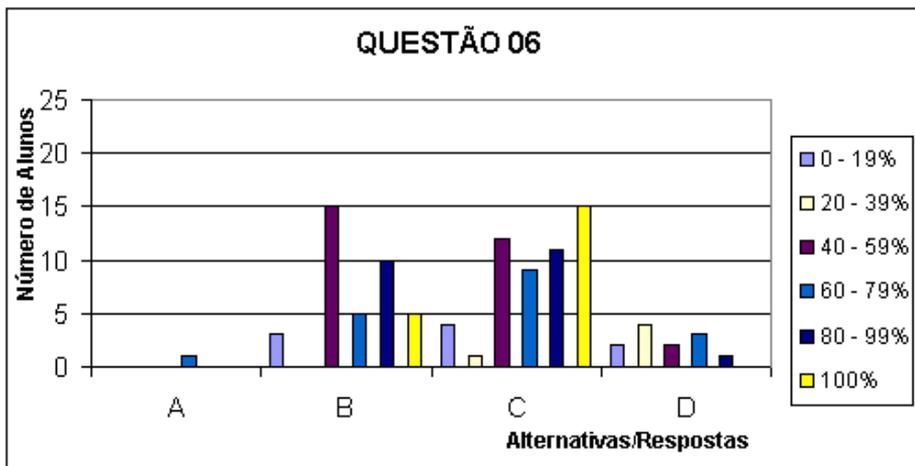


Figura 9: Grau de confiança na resposta.

### Questão 7

Essa questão também tem como foco a corrente elétrica, só que se centraliza para a velocidade dos portadores de carga em um fio condutor ao se acionar o interruptor. O gráfico abaixo mostra a distribuição das respostas dos alunos:

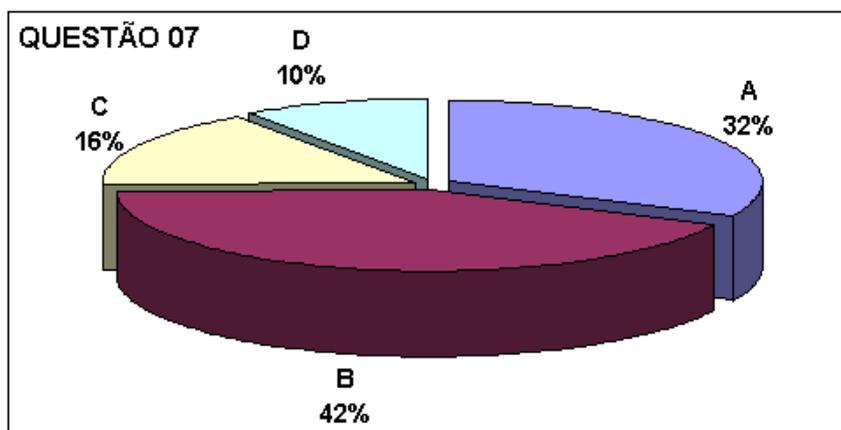


Figura 10: Relação de alunos por alternativa.

Constatamos então, que a maioria optou pela alternativa (B), apresentando justificativas tais como: “Os fios que conduzem eletricidade são bons condutores, o que favorece o movimento dos elétrons, mas que será mais lento que a velocidade da luz”; “A velocidade dos elétrons chegam próximas a velocidade da luz, mas não atingem a velocidade da luz pois nada pode atingir essa velocidade”. Além disso, 32% dos alunos optaram pela alternativa (A), a qual afirmava que os portadores de carga elétrica se deslocam pelo fio com velocidade da luz. Isso evidencia que há uma concepção bastante forte de que os elétrons se deslocam com velocidade da luz, ou próximo disso, no interior de um fio condutor.

A alternativa (C), que apresentava a resposta coerente para a questão, foi escolhida por apenas 16% dos alunos. Poucos alunos apresentaram justificativas para a alternativa escolhida. Mesmo assim, seguem duas justificativas apresentadas por dois alunos: “Apesar da velocidade dos elétrons ser pequena o efeito em cadeia provocado por ele tem uma resposta imediata”; “A velocidade de arrasto é, em geral, pequena (em corrente alternada as cargas oscilam em torno de um ponto). O que se move próximo a velocidade da luz é o campo elétrico”.

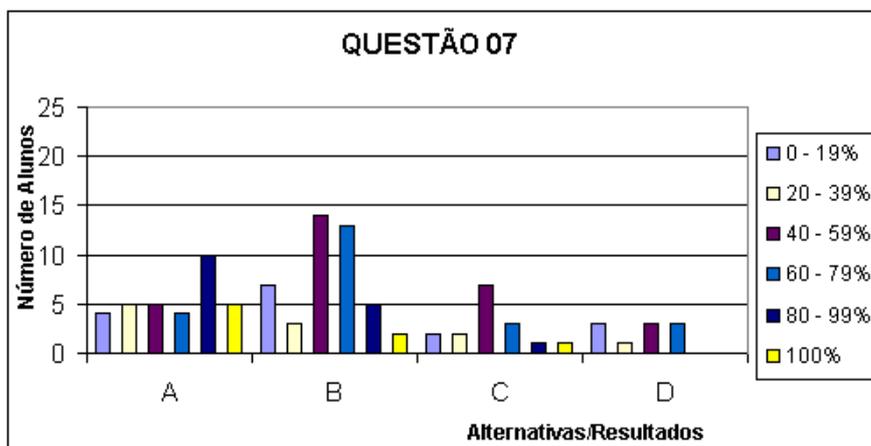


Figura 11: Grau de confiança na resposta.

Pelo gráfico (Figura 11) podemos constatar que o grau de certeza foi maior para o grupo de alunos que optou pela alternativa (A). Já aqueles que optaram pelas alternativas (B) e (C) apresentaram um grau de confiança intermediário, ou seja, a maioria centrando-se entre 40 a 79%. O que evidencia a convicção dos alunos na concepção espontânea apontada acima.

## Considerações Finais

Nessa investigação estavam em foco duas linhas conceituais da Física, a relação entre força e movimento e corrente elétrica. Sendo que exploramos mais profundamente a primeira linha conceitual, uma vez que, os estudos sobre concepções espontâneas, em diferentes levantamentos de concepções intuitivas, realizados apontavam uma concepção muito forte em que os indivíduos relacionavam força como sendo proporcional a velocidade e não a aceleração. Em nosso estudo essa idéia intuitiva também se manifestou intensamente, como pôde ser constatado na análise das questões 1 a 5, apresentada anteriormente.

Os resultados de nosso estudo mostram que, em geral, os alunos acreditam que deve haver uma força apontando na direção e sentido da velocidade. No caso da questão 1 fica evidente a idéia de que seja possível imprimir um força na bola ao ser lançada verticalmente para cima e que essa força diminui a medida que a velocidade diminui. Essa idéia intuitiva que explica o movimento de um corpo como resultado da atuação de uma força, aparentemente, inerente ao

corpo e atuando no sentido do movimento se aproxima bastante do modelo histórico conhecido como *Teoria Pré-Galileana do Impetus*. Além disso, é bastante intuitivo e coloquial usar expressões como “dá uma força aqui para movimentar essa mesa” ou “não vi a bola, ela veio com muita força!”, e como essas expressões fazem parte do dia-a-dia das pessoas acabam formando sua linha de pensamento.

Da mesma forma, no caso explorado pela questão 7, parece ser bastante intuitivo afirmar que os elétrons se movimentam a velocidade da luz ou próximo disso, no interior do fio condutor, ao ver a lâmpada acendendo, praticamente, no mesmo instante em que é acionado o interruptor. Nesse caso, concebe-se a corrente elétrica em um condutor como sendo similar ao fluxo de água em um cano. Aliás, essa comparação acaba sendo usual em aulas de Física e em alguns manuais didáticos e quando não for abordada com o devido cuidado, explicitando as diferenças de um caso para o outro, pode-se reforçar a idéia intuitiva. Também, é comum e intuitivo pensar que a corrente elétrica seja consumida na lâmpada, ao fazer com que ela acenda. Essa concepção foi manifestada por um bom grupo de alunos na questão 6. Nessa mesma linha de raciocínio pode-se pensar que a pilha, por exemplo, seja um reservatório de elétrons e que ela vai gastando a medida que estes sejam consumidos.

A partir dessas evidências, ressaltamos que embora haja uma relação entre os diferentes saberes no âmbito escolar, o conhecimento cotidiano, como afirma Gómes-Granell (1998), é decorrente da experiência social, adquirido mediante a vivência e a participação nas atividades habituais e culturais de uma sociedade. Isso faz com que o conhecimento cotidiano, muitas vezes contraditório ao conhecimento científico, tenha um significado tão forte para as pessoas. Além disso, apropriar-se do conhecimento científico envolve a aprendizagem de processos e metodologias, uma forma de discurso que não é natural e que exige um esforço consciente e sistemático de explicitação e racionalização (Gómes-Granell, 1998).

Nós acreditamos que nessa diferença epistemológica reside boa parte da dificuldade na superação das concepções espontâneas, que são fruto do pensamento cotidiano, pautado na funcionalidade e não necessitando de justificativas sistematizadas e generalizações como é o caso do conhecimento científico. Dessa forma, estudos como o nosso evidenciam a existência de concepções espontâneas em alunos que já passaram por processos formais de escolarização. Além disso, os resultados ora apresentados evidenciam que a aprendizagem de conceitos científicos, a exemplo dos explorados no estudo (mecânica e eletrodinâmica), é demasiadamente difícil e não muito efetiva no ensino médio, mesmo para aqueles que optam por ingressar em cursos da área da ciência da natureza.

Portanto, reforçamos a posição de que as concepções espontâneas dos alunos não podem ser ignoradas durante o processo de escolarização. Precisamos demandar esforços para criar oportunidades e espaços favoráveis para discutir essas idéias intuitivas dos alunos, seja no Ensino Médio, ou mesmo, nos cursos de formação profissional/superior. Principalmente, em cursos de

formação de professores, pois, os egressos acabarão enfrentando esse desafio durante o exercício de sua profissão.

## Referências

- CARRASCOSA, J.; FERNANDEZ, I.; GIL, D. e OROZCO, A. Diferencias en la evolucion de las preconcepciones en distintos dominios científicos. **Revista de Ensino de Física**, São Paulo, v. 13, 1991.
- DRIVER, D. e EASLEY, J. Pupils and paradigms: a review of literature related to concept development in adolescent science students. **Studies in Science Education**, Leeds, v.5, n. 1, 1978.
- DRIVER, R. Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. **Enseñanza de las ciencias**, Barcelona, v. 6, n. 2, 1988.
- GARCÍA, Eduardo J. **Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares**. Sevilla: Díada, 1998.
- GILBERT, J. K. e WATTS, M. Concepts, misconceptions and alternative conceptions: changing perspectives in science education. **Studies in Science Education**, Leeds, v.10, n. 1, 1983.
- GÓMEZ-GRANELL, C. Rumo a uma epistemologia do conhecimento escolar: o caso da educação matemática. In: Rodrigo, M. J.; Arnay, J. (orgs.). **Domínios do conhecimento, prática educativa e formação de professores**. São Paulo: Ática. 1998.
- LOPES, A. R. C. **Conhecimento escolar: ciência e cotidiano**. Rio de Janeiro: Editora UERJ. 1999.
- MORATÓ, Jordi Cortés; RIU, Antoni Martínez. **Diccionario de Filosofia**. Barcelona: Empresa Editorial Herder, 2ª edição. 1998. (cd-rom. Multimídia Viewer, versão 2.00).
- MOREIRA, M. A. e NOVAK, J. D. Investigación en la enseñanza de las ciencias en la Universidad de Cornell: esquemas teóricos, cuestiones centrales y abordos metodológicos. **Enseñanza de las ciencias**, Barcelona, v. 6, n. 1, 1988.
- MORTIMER, E. F. Conceptual change or conceptual profile change? **Science & Education**, v.4, n. 3, 1995.
- MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, 1996.
- Novak, J. D. Constructivismo humano: un consenso emergente. **Enseñanza de las ciencias**, Barcelona, v. 6, n. 3, 1988.
- OSBORNE, R. e FREYBERG, P. **El aprendizaje de las ciências: implicaciones de las “ideas previas” de los alumnos**. Madrid: Narcea, 1998.

PEDUZZI, S. S. Concepções alternativas em mecânica. In: Pietrocola, M. (org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. da UFSC. 2001.

POSNER, G.; STRIKE, K. A.; HEWSON, P. W. e GERTZOG, W. A. Accomodation of a conception: toward a theory of conceptual change. **Science Education**, Warwick, v. 66, n. 2, 1982.

SOLOMON, J. Learning about energy: how pupils think in two domains. **European Journal of Science Education**, v. 5, n. 1, 1983.

VIENNOT, L. **Le raisonnement spontané en dynamique elementaire**. Paris: Universidade de Paris VII. 1976. (Tese de Doutorado).

VIENNOT, L. Spontaneous reasoning in elementary dynamics. **European Journal of Science Education**, v. 1, n. 2, 1979.

Luiz Clement. Universidade do Estado de Santa Catarina. Professor do Departamento de Física da Universidade do Estado de Santa Catarina. lclement@joinville.udesc.br

Diego A. Duarte. Universidade do Estado de Santa Catarina. Estudante do Curso de Licenciatura Plena em Física da Universidade do Estado de Santa Catarina. alexandre.fis@gmail.com

Sara F. Fissmer. Universidade do Estado de Santa Catarina. Estudante do Curso de Licenciatura Plena em Física da Universidade do Estado de Santa Catarina. sarafissmer@gmail.com

## Anexo

### Questões utilizadas para realização do levantamento de concepções espontâneas.

1. Joga-se uma bola verticalmente para cima. Desprezando-se a resistência do ar, assinale a alternativa que melhor representa o esquema de forças que atuam sobre a bola, pouco antes dela atingir a altura máxima.



(a)



(b)



(c)



(d)

n.d.a.

(e)

Grau de confiança na sua resposta: \_\_\_\_\_ .

2. Um homem empurra um caixote em um assoalho plano com uma força horizontal  $F$ . Sabendo que o caixote move-se com velocidade constante, pode-se afirmar que:
- (a) não existe atrito entre o assoalho e o caixote;
  - (b) a intensidade da força de atrito entre o assoalho e o caixote é menor do que a intensidade de  $F$ ;
  - (c) intensidade da força de atrito entre o assoalho e o caixote é igual à intensidade de  $F$ ;
  - (d) intensidade da força de atrito entre o assoalho e o caixote é maior do que a intensidade de  $F$ .

Grau de confiança na sua resposta: \_\_\_\_\_ .

3. A força resultante sobre um objeto, que cai dentro de um lago de águas paradas, torna-se nula a partir de um determinado instante. Pode-se afirmar que, a partir desse instante, a velocidade do objeto:
- (a) é nula;
  - (b) é constante;
  - (c) cresce;
  - (d) decresce.

Grau de confiança na sua resposta: \_\_\_\_\_ .

4. Um bloco de madeira é jogado, de baixo para cima, ao longo de um plano inclinado. Sabendo que o bloco chega até o ponto B, represente e identifique a(s) força(s) atuando sobre o bloco quando o mesmo passa pelo ponto A, durante a subida.



Grau de confiança na sua resposta : \_\_\_\_\_ .

5. Um jogador de golfe dá uma tacada numa bola. Represente e identifique a(s) força(s) atuando sobre a bola quando ela está passando pelo ponto A da sua trajetória.

Grau de confiança na sua resposta: \_\_\_\_\_ .



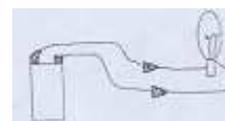
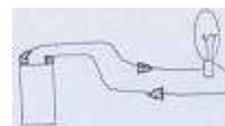
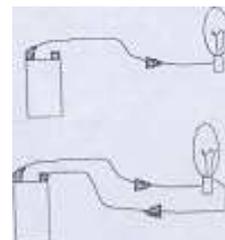
6. Assinale com X qual das situações seguintes descreve corretamente o que ocorre com a corrente elétrica.

(a) A corrente sai de um pólo da bateria e se consome na lâmpada;

(b) A corrente sai de um pólo da bateria, passa pela lâmpada, e retorna menos corrente para a bateria, entrando pelo outro pólo;

(c) A mesma corrente que sai de um pólo da bateria, passa pela lâmpada, e retorna para a bateria, entrando pelo outro pólo;

(d) A corrente sai de ambos os pólos da bateria e se consome na lâmpada.



Grau de confiança na sua resposta: \_\_\_\_\_ .

7. Ao acionarmos o interruptor, com finalidade de acender uma lâmpada, observamos que esta acende imediatamente. Isso ocorre porque:

(a) as cargas elétricas, que constituem a corrente elétrica, se deslocam pelo fio com velocidade da luz;

(b) as cargas elétricas se deslocam pelo fio com enorme velocidade, mas sem atingir a velocidade da luz;

(c) ainda com que os elétrons se desloquem muito devagar pelo fio, a velocidade com que se desloca a energia elétrica é praticamente igual a velocidade da luz no vácuo;

(d) n.d.a.

Grau de confiança na sua resposta: \_\_\_\_\_ .

---

**Observação Importante:** Estas questões foram extraídas integralmente e/ou re-elaboradas a partir dos seguintes trabalhos:

CARRASCOSA, J.; FERNANDEZ, I.; GIL, D. e OROZCO, A. Diferencias en la evolucion de las preconcepciones en distintos dominios científicos. **Revista de Ensino de Física**, São Paulo, v. 13, 1991.

PEDUZZI, S. S. Concepções alternativas em mecânica. In: Pietrocola, M. (org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. da UFSC. 2001.

OSBORNE, R. e FREYBERG, P. **El aprendizaje de las ciências: implicaciones de las “ideas previas” de los alumnos**. Madrid: Narcea, 1998.

---