



### A CINEMÁTICA DO ATLETISMO



### A FÍSICA DO PARAQUEDISMO



Produto Educacional do Mestrado Profissional realizado por Dilza da Silva Almeida, sob orientação do Prof. Dr. Alcides Goya, junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza - UTFPR/ Campus Londrina.



**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS HUMANAS,  
SOCIAIS E DA NATUREZA – PPGEN**

**DILZA DA SILVA ALMEIDA**

**UNIDADES DIDÁTICAS:  
A CINEMÁTICA DO ATLETISMO  
A FÍSICA DO PARAQUEDISMO**

(com ilustrações de Marcelo Galvan)

**LONDRINA – PR**

**2015**

## **TERMO DE LICENCIAMENTO**

Este Produto Educacional está licenciados sob uma Licença Creative Commons *atribuição uso não-comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil*. Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.



## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	3
2	REFERENCIAL TEÓRICO .....	5
3	UNIDADE DIDÁTICA – A CINEMÁTICA DO ATLETISMO .....	8
	Objetivos Gerais.....	9
	Objetivos Específicos .....	9
	Conteúdo.....	9
	Desenvolvimento.....	10
	Avaliação.....	19
	Links.....	21
4	UNIDADE DIDÁTICA – A FÍSICA DO PARAQUEDISMO .....	22
	Objetivos Gerais.....	23
	Objetivos Específicos .....	23
	Conteúdo.....	23
	Desenvolvimento.....	24
	Avaliação.....	35
	Links.....	37
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	38
	REFERÊNCIAS.....	39

## 1 INTRODUÇÃO

Uma Unidade Didática é um modo de organização curricular composto de uma abordagem, que desenvolve um tema ou situação-problema com atividades variadas e inter-relacionadas, contendo fundamentação teórica e metodológica (DAMIS, 2006), e visa à superação do planejamento linear vigente em muitos currículos atuais, bem como nos livros didáticos utilizados nas escolas.

Nessa perspectiva, objetiva-se neste trabalho apresentar o produto educacional direcionado aos professores de Física e demais profissionais de educação interessados. Tal produto tem a forma de um texto composto de duas Unidades Didáticas de Física, elaboradas para alunos do 1º ano do Ensino Médio, com estratégias metodológicas que combinam modos representacionais variados integrados à lousa digital, buscando valorizar o papel do aluno na construção de aprendizagens significativas (MOREIRA, 2006). Ou seja, essas Unidades Didáticas apresentam elementos de multimodalidade, com a finalidade de abranger diferentes práticas, métodos, mídias e diálogos associados na lousa digital interativa, uma vez que as tecnologias permitem que mesclamos diferentes mídias e abordagens pedagógicas, tais como: vídeos, softwares, oralidade, escrita, páginas na internet, infográfico, dentre outros (JEWITT; MOSS; CARDINI, 2007).

A primeira Unidade Didática, *A cinemática do Atletismo*, apresenta possibilidades de atividades pedagógicas audiovisuais, associadas à ferramenta tecnológica, acerca do estudo do movimento retilíneo, a partir de uma situação-problema envolvendo a corrida de um atleta.

A segunda Unidade Didática, *A física do Paraquedismo*, refere-se ao conteúdo da Segunda Lei de Newton, elaborada a partir de uma temática vivenciada no cotidiano dos alunos: uma situação-problema envolvendo as etapas do movimento do salto de um paraquedista de forma bastante simplificada, pois a análise completa do movimento requer análise da força de arrasto e de matemática de nível superior.

Nesse sentido, a proposta aqui apresentada consiste em sequências de atividades didáticas de ensino com possibilidades metodológicas para o professor

desenvolver suas aulas, fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa. No entanto, sugere-se sua aplicação como revisão e aprofundamento dos conteúdos, pois acredita-se que, se aplicadas como forma de retomada dos conceitos, melhorará os resultados na aprendizagem.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

As lousas digitais interativas (LDI), ou quadros interativos (QIs), são utilizados na prática pedagógica escolar em muitos países. Os diversos estudos internacionais sobre a utilização da ferramenta didática em sala de aula mostram, entre outras vantagens, o aumento do interesse e da motivação dos alunos, aulas mais dinâmicas, aumento de interação e discussão em sala de aula (BELL, 2002; GLOVER et al., 2005; SAMPAIO; COUTINHO, 2013). Algumas pesquisas mostram que a lousa digital contribui com a aprendizagem participativa e significativa (NAKASHIMA; AMARAL, 2006), bem como com a oferta de condições importantes para o professor reconfigurar a sua prática pedagógica (SAMPALIO; COUTINHO, 2013).

A chegada desse novo recurso tecnológico à maioria das escolas públicas estaduais brasileiras e a sua inserção em sala de aula nos remete à avaliação de suas potencialidades, de modo a explorar com maior eficiência todos os recursos disponibilizados, assim como exige do corpo docente um conhecimento sobre como incorporá-lo à sua prática pedagógica. Acredita-se que a apropriação dessas tecnologias para “fins pedagógicos requer um amplo conhecimento de suas especificidades tecnológicas e comunicacionais e que devem ser aliadas ao conhecimento profundo das metodologias de ensino e dos processos de aprendizagem” (KENSKI, 2003, p. 55).

Para Anjos e Sahelices (2012, p. 2), a maneira como o ensino de Física está sendo ensinada na educação básica é:

... tradicionalmente pautado no uso de expressões matemáticas, leis, princípios e conceitos isolados e, sendo assim, a aprendizagem, por consequência, ocorre de forma mecânica, estéril e desvinculada do mundo vivenciado pelo estudante, proporcionando-lhe, na maioria das vezes, apenas condições de repetir os enunciados das leis, de memorizar conceitos e significados, além de resolver, com o uso das expressões matemáticas, os problemas propostos nos textos didáticos.

Tentando, portanto, refletir sobre tais constatações, somos induzidos a pensar em mudanças metodológicas que privilegiem os conceitos, os significados e

a fenomenologia dos conteúdos em detrimento da supervalorização das expressões matemáticas, sem, entretanto, delas prescindir (ANJOS; SAHELICES, 2012).

Considerando a problemática existente em torno do ensino de Física no contexto da escola básica e sua implicação na formação do aluno, é fundamental a procura por componentes que interfiram diretamente no seu fazer pedagógico, bem como na busca por soluções que viabilizem uma aprendizagem mais significativa e eficaz dos alunos.

Particularmente, é consenso, nas pesquisas em educação científica, que a aprendizagem dos conceitos e dos métodos da ciência são ressaltados quando estão associados à compreensão de diferentes modos e formas de representação. As pesquisas em multimodos de representações surgem com a finalidade de aperfeiçoar a qualidade do ensino e aprendizagem das ciências. Ao se referir a multimodos de representações diz-se que estes representam uma integração no discurso científico de diferentes modalidades para representar raciocínio, conceitos e seus resultados (PRAIN; WALDRIP, 2006, p. 1844). Para tanto, os estudantes necessitam compreender, integrar e traduzir os conceitos científicos em diferentes modos de representação, tais como as linguagens gráficas, verbais, diagramáticas, gestuais, numéricas, que envolvem mapas, equações, tabelas, entre outras representações, a fim de se pensar, agir e comunicar cientificamente. A linguagem científica é uma integração sinérgica de todos esses modos de representações (LEMKE, 2003).

Incentivar os estudantes a participarem de atividades que incorporem múltiplos modos e formas de representação possibilita uma aproximação potencial com as suas estruturas cognitivas, favorece a construção de novos entendimentos e permite um maior aprofundamento cognitivo, fugindo de uma instrução estereotipada, mecânica e pouco significativa (LABURÚ; BARROS; SILVA, 2011, p. 482).

Salviato e Laburú (2012) consideram que o emprego de multimodos de representações apresenta relevantes contribuições para o ensino de ciências; e que esse emprego possui correlações diretas com os preceitos da Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2003), tendo, assim, potenciais condições de propiciar a aprendizagem significativa da linguagem científica.

A Teoria da Aprendizagem Significativa tem como foco principal a aprendizagem cognitiva que, por definição, envolve a aquisição de novos significados (AUSUBEL, 2003). Segundo Moreira (2006, p. 15),

... a aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. Neste processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel chama de 'conceito subsunçor' ou, simplesmente, 'subsunçor', existente na estrutura cognitiva de quem aprende.

Segundo Lemke (2003, p. 9), para que ocorra a aprendizagem significativa da linguagem científica, os estudantes precisam ser capazes de integrar significados do que está sendo comunicado e, para isso, é fundamental que o professor use diferentes sistemas semióticos como recurso de comunicação. As atividades didáticas devem integrar ao máximo os conteúdos que se queira ensinar, para desenvolver o entendimento do estudante, relacionando as atividades pedagógicas de forma simultânea com todos aqueles conteúdos que possam dar mais significado à aprendizagem (ZABALA, 1998, p. 40).

Nesse sentido, o uso de uma metodologia multimodal no processo de ensino e aprendizagem, integrado com a tecnologia, pode propulsionar e enriquecer o trabalho didático, bem como impactar significativamente na retenção de informações e na agradabilidade da aprendizagem (SANKEY; BIRCH; GARDINER, 2011).

A lousa digital pode ser caracterizada como uma superfície de suporte multimodal de recursos de aprendizagem, pois oferece diversos benefícios potenciais para a sala de aula “em termos de relativa facilidade de integração de um número de funções de apresentação e de TIC, que, em conjunto, oferecem novas oportunidades de fomentar estratégias pedagógicas multifacetadas” (GILLEN et al., 2008, p. 348). Assim, o uso do recurso tecnológico representa um contexto particularmente adequado para o professor planejar e desenvolver atividades e aulas, permitindo construir e usar uma mistura rica de recursos diversos, multimodais.

**UNIDADE  
DIDÁTICA**

# A CINEMÁTICA DO ATLETISMO



**DILZA DA SILVA ALMEIDA**

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ - CAMPUS LONDRINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E DA NATUREZA – PPGEN

Londrina - PR  
2014

Ilustração: Marcelo Galvan

## Objetivos Gerais

---

Compreender conceitos físicos da cinemática por meio da utilização da lousa digital e da temática atletismo. Desenvolver atividades que motivem os estudantes no estudo da Física, possibilitando a interatividade e a compreensão de conceitos físicos.

## Objetivos Específicos

---

- Compreender o conceito de velocidade média e de aceleração;
- Mostrar que o movimento pode ser matematicamente descrito por meio de uma função horária ou equação de movimento;
- Representar graficamente a velocidade, o deslocamento e a aceleração no movimento retilíneo;
- Identificar as características do Movimento Retilíneo Uniformemente (MRU) e do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV);
- Analisar os fenômenos físicos relacionados à corrida de 100m rasos.

## Conteúdo

---

- Velocidade escalar média;
- Movimento retilíneo uniforme (MRU);
- Aceleração escalar média de um corpo em movimento retilíneo;
- Movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV);
- Gráficos do MU e do MUV;
- Características do MRU e do MRUV.

## Desenvolvimento

---

O professor poderá iniciar a aula informando aos alunos que será apresentado um estudo simplificado da corrida de 100 metros rasos com base na cinemática. Também, poderá comentar que a prova é uma das mais importantes entre os esportes mundiais. São aproximadamente 10 segundos de pura explosão muscular e superação que encantam a todos. A corrida toda é realizada em linha reta e a largada realizada com a ajuda dos blocos fixados na própria pista, os quais têm a função de dar apoio ao atleta e proporcionar uma impulsão para as primeiras passadas.

Após esta explanação, poderão ser feitas indagações com o intuito de resgatar os conhecimentos prévios dos alunos, como:

- Qual é a velocidade máxima que o ser humano consegue atingir numa corrida?
- Quem é o “homem mais rápido do mundo”: o recordista dos 100 metros rasos?
- Quanto tempo é perdido (ou ganho) durante a largada das corridas?

Consideramos ser relevante uma conversa com os estudantes sobre o que será estudado. No entanto, não é preciso se preocupar com as respostas dos alunos. O que importa é que eles demonstrem interesse pela temática e participem das discussões.

Em seguida, poderá ser explicado aos alunos que, para medir o tempo de reação de cada atleta em relação ao tiro de largada, são utilizados blocos dotados de sensores instalados nas pistas. Se o tempo entre o tiro e o primeiro movimento do atleta for menor que 0,1 segundo, a largada é considerada falsa. Um atleta olímpico reage com tempo entre 0,12s e 0,20s.

Pode-se comentar que, apesar de Usain Bolt ser o homem mais rápido, a largada é a sua grande deficiência. Nos 100m rasos, nas Olimpíadas de Londres, em 2012, ele foi o quarto a sair, com um tempo de reação de 0,165s e, mesmo assim, conseguiu superar e obter o melhor desempenho durante o restante do percurso.

Após essa breve introdução, poderá ser iniciada a exibição do vídeo da corrida de 100 m rasos do Mundial de Atletismo Moscou 2013 na lousa digital, o qual está disponível no endereço eletrônico abaixo:

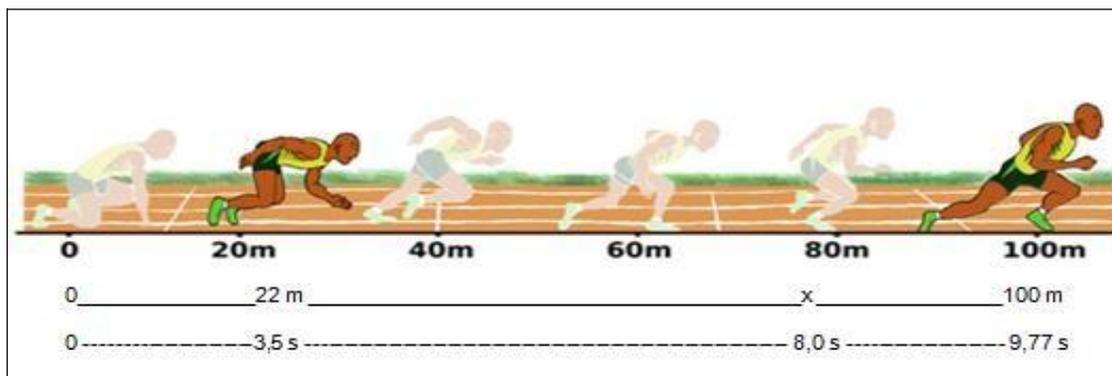
**Vídeo:** Usain Bolt Mundial em Moscou 2013 - final men 100m



<http://goo.gl/qwrNxl><sup>8</sup>

Logo após a exibição do vídeo, o professor poderá apresentar na lousa uma simulação simplificada da corrida, iniciando os estudos da cinemática do atletismo.

Simulação simplificada: O jamaicano Usain Bolt conquistou o ouro nos 100m do Mundial de Atletismo, em Moscou, em 2013, disputado sob chuva. Ele venceu executando a prova num intervalo de tempo de 9,77s. Após a largada, o corredor acelerou e percorreu 22m em 3,5s, com aceleração constante, atingindo a velocidade “Vc” que manteve constante até o instante  $t = 8,0s$ . Em seguida, sua velocidade decresceu lentamente, até o final da prova.



**Figura 1 – Desempenho do atleta em uma corrida de 100 metros rasos**  
Fonte: A própria autora. Ilustração: Marcelo Galvan, 2014.

<sup>8</sup> Os endereços das páginas pesquisadas foram encurtados usando o Google URL Shortner, disponível em: <http://goo.gl/>.

No primeiro momento da análise da corrida, lembrar o conceito e a definição (equação matemática) da velocidade média e da aceleração. Após abordar esses conhecimentos, propor aos alunos que, usando as equações apresentadas, determinem o valor da velocidade e da aceleração média do jamaicano durante a corrida.

Incentivar os alunos a responderem, em voz alta, o valor encontrado. Um aluno poderá ser convidado para demonstrar na lousa digital o cálculo da velocidade, enquanto o outro demonstra o cálculo da aceleração. Nesse momento, é importante a retomada das devidas diferenciações entre velocidade e aceleração e suas unidades de medida.

Apresentar a concepção de aceleração escalar como sendo a grandeza que traduz a rapidez com que a velocidade escalar varia. Comentar que, quando a velocidade de um corpo varia, este corpo possui uma aceleração.

Ressaltar que, no movimento em uma dimensão, essas variações podem ser de uma velocidade escalar maior para uma menor, ou vice-versa. Também destacar outro fundamental fator com relação à definição científica: a vinculação da aceleração com a grandeza tempo. “Fisicamente a aceleração indica a variação da velocidade em relação a um certo intervalo de tempo. Para tanto, tomamos como referência a velocidade em dois instantes diferentes e o intervalo de tempo transcorrido entre estes dois instantes” (GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA<sup>9</sup>, 1993, p.198).

No segundo momento, comentar que, no início da corrida, houve intensa aceleração do atleta para desenvolver a velocidade máxima. Perguntar aos alunos qual foi a velocidade que Bolt atingiu em 3,5s após a largada, considerando que, nesse intervalo de tempo, ele percorreu 22m com aceleração constante (lembrar que, na aceleração escalar constante e não nula, o movimento é chamado de uniformemente variado – MUV). Para subsidiar os alunos na resolução da atividade, lembrá-los que é necessário utilizar as equações horárias do movimento uniforme variado.

Primeiramente, a Função horária dos espaços para determinar a aceleração desenvolvida no início da prova:

---

<sup>9</sup> Doravante GREF.

Entre os instantes  $t = 0$  e  $3,5s$ , o movimento é retilíneo com aceleração constante e partindo do repouso:

Equações do movimento:

$$x = x_0 + v_0(t - t_0) + \frac{1}{2}a(t - t_0)^2; \mathbf{v} = v_0 + a t$$

$$\text{Em } t_0 = 0 \quad x_0 = 0 \quad \text{e} \quad v_0 = 0$$

Aceleração desenvolvida pelo atleta em  $t = 3,5s$  em  $x = 22 m$ :

$$x = \frac{1}{2} a t^2$$

$$a = \frac{2x}{t^2} = 3,592 m/s^2 - \text{aprox. } 3,6 m/s^2$$

Em seguida, a função horária da velocidade escalar para encontrar o valor da velocidade atingida:

Velocidade atingida em  $t = 3,5s$

$$v = a t$$

$$v_c = 12,6 m/s = 45,3 km/h$$

De acordo com Máximo e Alvarenga (2008, p. 49), é fácil concluir que: “Se o valor da velocidade estiver aumentando com o tempo, teremos a velocidade final maior que a velocidade inicial ( $\Delta v > 0$ ) e, então, a aceleração do movimento será *positiva*. Neste caso dizemos que o movimento é *acelerado*.”

Discuta com os alunos sobre os resultados obtidos nessa primeira etapa da corrida, destacando com a caneta digital colorida o trecho, afirmando que o movimento é uniformemente variado (MUV) **acelerado**, e que o **módulo** da velocidade está  **aumentando**  com o tempo.

Enfatizar que tanto a aceleração quanto a velocidade têm **mesmo sinal**, ambos positivos. Nesse caso, o movimento é acelerado. Reforçar que esse tipo de movimento tem como principais características: trajetória retilínea, aceleração constante e velocidade que varia uniformemente ao longo do tempo.

Chamar a atenção para o fato de que, aproximadamente aos 3,5s da largada, o atleta emprega uma aceleração muito alta, e conseqüentemente tem sua velocidade média variando de 0 km/h a 45 km/h. Comentar que muitos automóveis não conseguem atingir essa velocidade em tão pouco tempo.

Comentar também que, após o atleta atingir a velocidade máxima, ele a mantém praticamente constante por um determinado intervalo de tempo. Considerar a velocidade constante a partir de 3,5s até 8,0s e solicitar que determinem o espaço que o atleta percorreu. Destacar que, como a velocidade constante foi mantida, o movimento é retilíneo uniforme, sendo a equação do movimento:

A partir de  $t = 3,5s$ , a velocidade foi mantida constante até  $t = 8,0s$  (movimento retilíneo uniforme).

$$\text{Equação do movimento: } x = x_0 + v_0(t - t_0); v = \text{constante}$$

$$\text{Onde } t_0 = 3,5s \quad x_0 = 22m \quad \text{e } v = v_0 = 12,6m/s \quad \text{em } t = 8,0s \quad x = 78,7m$$

Em seguida, solicitar que os alunos analisem a última etapa da corrida. Entre os tempos 8,0s e 9,77s, Bolt começa a diminuir lentamente a velocidade até o final da corrida. Novamente, solicitar aos alunos a utilização da função horária dos espaços, para determinar a aceleração desenvolvida nesse trecho da prova, e a função horária da velocidade escalar, para encontrar o valor da velocidade em que o mesmo cruza a linha de chegada.

Na última etapa da corrida,  $t = 8,0s$  até  $9,77s$ , há diminuição da velocidade até chegar em  $x = 100m$ .

Equações do movimento:

$$x = x_0 + v_0(t - t_0) + \frac{1}{2}a(t - t_0)^2; v = v_0 + a t$$

com  $t - t_0 = (9,77 - 8,0)s = 1,77 s$ ;  $x_0 = 78,7 m$ ;  $x = 100 m$ ;  $v_0 = 12,6 m/s$

A aceleração desenvolvida foi:

$$a = 2 \frac{(x - x_0) - v_0(t - t_0)}{(t - t_0)^2} = - 0,63/s^2 \text{ e } v = 11,49 m/s = 41,36 km/h.$$

Apontar que, “se o valor da velocidade estiver diminuindo com o decorrer do tempo, teremos a velocidade final menor que a velocidade inicial ( $\Delta v < 0$ ) e, então, a aceleração do movimento será *negativa*. Neste caso, dizemos que o movimento é *retardado*.” (MÁXIMO; ALVARENGA, 2008, p. 49, destaque dos autores).

Em seguida, escolher outra cor da caneta digital e destacar, nesse último trecho da corrida, a aceleração escalar média do atleta, que é negativa e há diminuição da velocidade até chegar em  $x = 100m$ . Reforçar que, neste trecho, o movimento é um **Movimento uniforme variado**, e que é um **movimento retardado**, pois o módulo da velocidade diminuiu. Deixar claro que isso só acontece nesse último trecho da corrida.

Retomar rapidamente o que foi trabalhado na aula anterior e informar aos alunos que irão observar a imagem gráfica (Figura 2) na lousa digital, ilustrando o desenvolvimento da velocidade, em função do tempo, obtida pelo atleta durante a corrida.

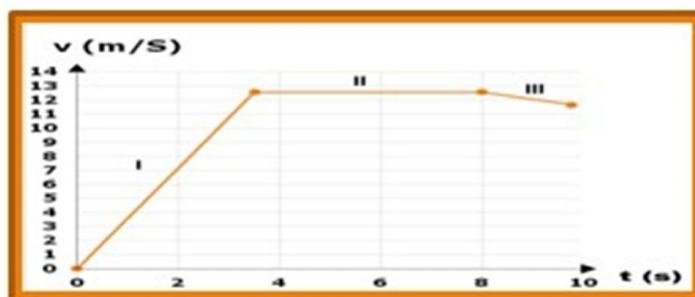


Figura 2 – Velocidade em função do tempo em uma corrida de 100m rasos  
Fonte: A própria autora.

O professor poderá perguntar aos alunos se eles conseguem identificar, no gráfico, as características do movimento do atleta em cada trecho da corrida. Como exemplo:

- Em qual trecho o movimento do atleta é uniforme?;
- Em qual trecho o atleta deslocou-se em movimento uniformemente variado?;
- Em qual trecho o movimento é acelerado; e em qual é retardado?

Pedir aos alunos que socializem as respostas das perguntas. Fomente a discussão, fazendo comentários levantando outros questionamentos; ou, ainda, relembrando que

... os movimentos que têm como característica a velocidade constante são denominados MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME (M.R.U) e aqueles que têm como características a aceleração constante recebem a denominação de MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO (M.R.U.V). (GREF, 1993, p. 214).

Em seguida, destaque no gráfico as características do movimento utilizando uma cor de pincel para cada trecho, conforme quadro 1, a seguir:

Trecho I	Trecho II	Trecho III
Movimento progressivo e uniformemente acelerado. $V > 0$ e $a > 0$	Movimento progressivo e uniforme. $V = \text{constante e não nula e}$ $a = 0$	Movimento progressivo e uniformemente retardado. $V > 0$ e $a < 0$

**Quadro 1 – Características do movimento do atleta**  
Fonte: A própria autora.

Chamar a atenção dos estudantes destacando que uma característica marcante no movimento retilíneo e uniforme é a velocidade constante em qualquer ponto da trajetória e do tempo. No entanto, o movimento variado caracteriza-se por apresentar a velocidade variando ao longo da trajetória e do tempo.

Em seguida, informar aos alunos que eles assistirão à exibição de um infográfico produzido a partir de uma corrida do atleta Bolt no Mundial de Atletismo de Berlim, em 2009. Explique que o infográfico tem como objetivo maior esclarecer

um fato e que conecta texto e imagem de maneira interativa, permitindo uma sequência cronológica dos acontecimentos, oferecendo ao aluno a possibilidade de navegar e interagir com o conteúdo.

Iniciar o infográfico na lousa digital com os detalhes da corrida e as parciais de Bolt a cada 20 metros; da arrancada à velocidade máxima e desta ao recorde (vídeo disponível em: <<http://goo.gl/H17GLF>>).

Pausar o movimento do infográfico a cada 20 metros percorridos pelo atleta e solicitar que os alunos anotem, em seus cadernos, o tempo desenvolvido durante cada percurso. Ao final da exibição do infográfico, questionar:

- O movimento do atleta no infográfico foi dividido em cinco trechos de 20m cada, totalizando o percurso de 100m. Em que distância e intervalo de tempo o atleta apresenta aceleração máxima?

Deixe os alunos expressarem as observações sobre o que assistiram. Se necessário, exibir novamente o infográfico, fazendo pausas. Lembrar a aceleração não é um agente que promove variação de velocidade, apenas é um número que informa qual é a variação da velocidade durante certo intervalo de tempo. Lembrar ainda, quando a velocidade diminui, pode-se usar o termo retardamento como sinônimo de aceleração, e que, no cotidiano, aceleração e retardamento são considerados antônimos, podendo dificultar a compreensão desse conceito.

Após essa discussão, projetar na lousa digital a Figura 3, com a representação do desempenho do atleta que acabaram de assistir.

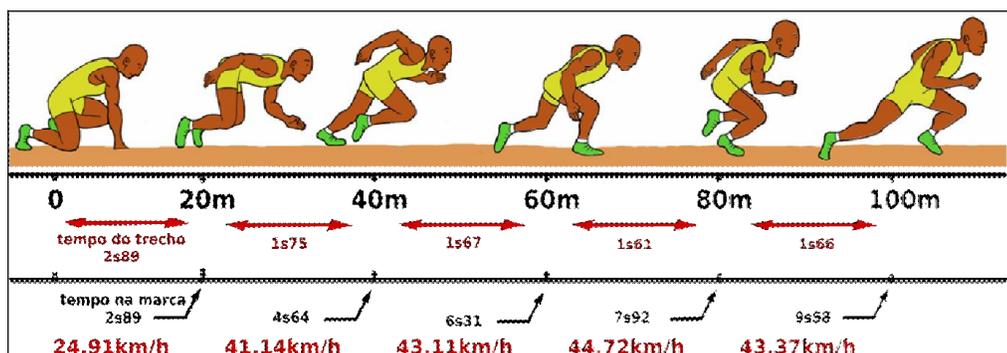


Figura 3 – Desempenho do atleta em uma corrida de 100m rasos  
Fonte: Adaptado de <<http://goo.gl/TIBqzL>>.

Solicitar aos alunos que anotem em seus cadernos os dados extraídos do infográfico para, posteriormente, em suas casas, realizarem a representação gráfica da posição em função do tempo ( $sxt$ ), da velocidade em função do tempo ( $vxt$ ) e da aceleração em função do tempo ( $axt$ ), que o atleta obteve na corrida do Mundial de Atletismo de Berlim, em 2009.

Em seguida, demonstrar, na lousa digital, o desempenho típico de um atleta padrão representado pelo gráfico da Figura 4. Convidar um aluno para fazer a análise do gráfico em relação ao desenvolvimento da velocidade do atleta em função do tempo.

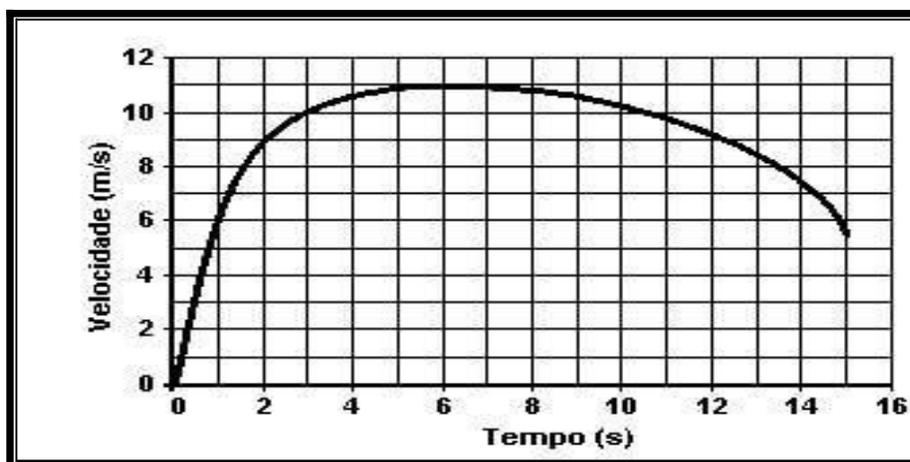


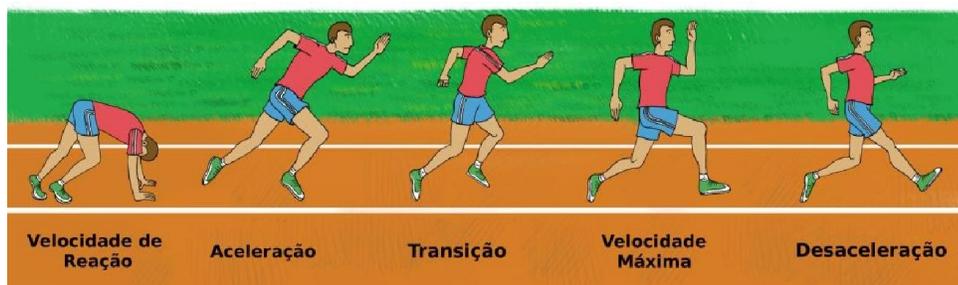
Figura 4 – Velocidade em função do tempo em uma corrida de 100 metros rasos  
Fonte: Blog do Enem

A partir dessa tela, o professor poderá solicitar que um aluno se aproxime da lousa e selecione uma caneta digital colorida para identificar, no gráfico, o intervalo de tempo em que o atleta apresenta aceleração máxima, ou seja, o intervalo de tempo em que a variação de velocidade do atleta é bastante intensa. Em seguida, outro aluno, com outra cor, destaca no gráfico o intervalo de tempo em que a velocidade do atleta é aproximadamente constante e, por fim, um terceiro aluno, para identificar no gráfico o momento em que o atleta começa a perder velocidade.

Finalizar a aula apresentando uma reportagem exibida pelo programa televisivo Esporte Espetacular, da Rede Globo, sobre como a ciência explica as

cinco fases da prova de 100 metros rasos (vídeo disponível em: <<http://goo.gl/k927Qs>>).

Após a exibição da reportagem, projetar a Figura 5 na lousa digital e comentar as fases que o atleta deve desenvolver como estratégia para chegar ao final da prova em um tempo mínimo: velocidade de reação, aceleração, transição, velocidade máxima e desaceleração.



**Figura 5 – As cinco fases da prova de 100 metros rasos**  
Fonte: A própria autora. Ilustração: Marcelo Galvan, 2014.

Destacar que o atleta desenvolve uma intensa aceleração no início da corrida para atingir rapidamente a velocidade máxima, mantendo-a aproximadamente constante e, na sequência, decresce lentamente no final da prova.

Comentar ainda que, como os estudantes puderam observar, o estudo dos movimentos tem importância prática nos esportes, especialmente naqueles competitivos, os quais têm se desenvolvido cada vez mais com a contribuição de conhecimentos científicos. Afinal, as leis da mecânica estão presentes em tudo que se move e, sendo rigorosamente obedecidas nos esportes, torna-se essencial para o desenvolvimento de práticas desportivas.

## ***Avaliação***

---

A avaliação se faz presente no processo educativo como meio diagnóstico do processo de ensino e aprendizagem e, também, como instrumento de

investigação da prática pedagógica. De acordo com as Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Física (PARANÁ, 2008, p. 33):

... a avaliação do processo ensino-aprendizagem, entendida como questão metodológica, de responsabilidade do professor, é determinada pela perspectiva de investigar para intervir. A seleção de conteúdos, os encaminhamentos metodológicos e a clareza dos critérios de avaliação elucidam a intencionalidade do ensino, enquanto a diversidade de instrumentos e técnicas de avaliação possibilita aos estudantes variadas oportunidades e maneiras de expressar seu conhecimento.

Assim, cabe ao professor acompanhar a aprendizagem e o desenvolvimento dos processos cognitivos dos alunos.

Sanmarti (2002, p. 192) afirma que “é de extrema importância que cada aluno encontre sua própria forma de expressar seus conhecimentos”; sugere, como atividade de síntese, uma produção de texto individual do aluno como referência à compreensão dos conceitos essenciais desenvolvidos nas aulas. Posteriormente, em sala de aula, essa produção pode ser melhorada, partindo da interação com o professor, com os demais alunos em pequenos grupos ou, ainda, com o auxílio de pesquisa em livros didáticos ou em outras fontes.

Entendemos que a avaliação deve ser contínua e permanente. Ao longo do desenvolvimento de cada atividade, o professor poderá avaliar alcances e dificuldades do corpo discente.

Partindo das contribuições significativas de Sanmarti (2002), propomos uma situação específica de avaliação, para que o professor possa tomar conhecimento sobre o quanto os alunos se apropriaram dos conceitos da disciplina de Física, que procuramos trabalhar ao longo desta sequência didática.

A atividade de avaliação consiste na capacidade do aluno em elaborar relatórios, tendo como referência a compreensão dos conceitos físicos essenciais desenvolvidos nas aulas e a descrição de outras situações do cotidiano que envolvam conhecimentos físicos semelhantes ao ilustrado.

Inicialmente, solicitar aos alunos o relatório individual, a fim de subsidiar o professor na verificação da aprendizagem parcial dos alunos, seu alcance e dificuldades para, depois, retomar pontos e sanar possíveis dúvidas.

Posteriormente, informar aos alunos que deverão socializar suas produções em pequenos grupos, para que elaborem um novo texto a partir das ideias de todos os integrantes do grupo. Nesse momento, é importante que o professor circule por entre os grupos, realizando intervenções se necessário.

## **Links**

---

Para baixar o vídeo:

<http://goo.gl/qwrNxl>

Para baixar o infográfico:

<http://goo.gl/H17GLF>

Para baixar o gráfico do ENEM:

<http://goo.gl/YZWJuA>

Para baixar a reportagem do *Esporte Espetacular*:

<http://goo.gl/k927Qs>

UNIDADE DIDÁTICA

# A FÍSICA DO PARAQUEDISMO



Dilza da Silva Almeida

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ - CAMPUS LONDRINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E DA NATUREZA – PPGEN

Londrina - PR

2014

## ***Objetivos Gerais***

---

Demonstrar uma aplicação da Segunda Lei de Newton, a partir de uma situação-problema envolvendo as etapas do movimento do salto de um paraquedista, por meio da utilização de multimodos de representação na lousa digital interativa, como meio auxiliar para construções de novos conceitos científicos e maior aprofundamento cognitivo.

## ***Objetivos Específicos***

---

- Tornar o discurso e as ideias científicas mais integradas e significativas;
- Promover uma aprendizagem mais eficaz dos conceitos científicos relacionados à Segunda Lei de Newton no movimento de queda de um paraquedista;
- Interpretar o tipo de movimento do paraquedista e relacioná-lo à resultante das forças que atuam no corpo;
- Identificar a força resultante em diferentes etapas da queda de um paraquedista;
- Integrar na lousa digital diferentes modos de representar os conceitos.

## ***Conteúdo***

---

- Segunda Lei de Newton.

## ***Desenvolvimento***

---

Ao iniciar a primeira aula, explicar aos alunos que será exibido um vídeo referente a um salto de paraquedas. Trata-se do vídeo *Physics of Sky Diving*, produzido pela *Discovery Education*, com o objetivo de demonstrar aplicações da Segunda Lei de Newton. O vídeo mostra um esquema didático que ilustra, através de uma seta na cor verde, a força peso do paraquedista, e de uma seta na cor vermelha, a força de resistência do ar. O vídeo ilustra, também, a velocidade do paraquedista em várias etapas do salto. Apesar de ser em inglês, as ilustrações facilitam a compreensão do que está ocorrendo, durante o movimento de queda, auxiliando no entendimento do vídeo.

**Vídeo:** *Physics of Sky Diving*



<http://goo.gl/tXr0Wz>

Antes de iniciar o vídeo, comente que o paraquedista geralmente salta de grandes alturas e, ao lançar-se de braços abertos ao ar, sente a resistência do ar ( $R$ ), uma forma de atrito, aplicando forças contra o movimento de queda, que é para baixo. Dessa forma o corpo do paraquedista empurra o ar para baixo e este se opõe, aplicando força para cima. A força, devido à gravidade ( $P$  – peso do corpo), puxa o corpo para baixo e a força de resistência do ar ( $R$ ) se manifesta no corpo, para cima. Ou seja, existem basicamente duas forças que atuam sobre o paraquedista: a gravidade da Terra, que puxa o corpo para baixo, e atrito com o ar.

Comentar ainda que Newton introduziu o conceito de força para relacionar as interações da partícula e sua vizinhança com as mudanças que ocorrem no estado de movimento da partícula. Portanto, uma maneira de definir força consiste em fazê-lo através da aceleração que ela causa nas partículas.

A Segunda Lei de Newton estabelece a relação entre força e aceleração e afirma que:

**“A aceleração adquirida por uma partícula sob ação de uma força é diretamente proporcional à força e inversamente proporcional à massa da partícula”.**

Assim, se a força que atua na partícula de massa  $m$  é  $F$  e se a aceleração adquirida pela partícula for  $a$ , tem-se que:

$$\left( \begin{array}{c} \vec{F} = m \cdot \vec{a} \end{array} \right)$$

Desse modo, a força que produz em uma massa unitária, a aceleração unitária, passou a ser a unidade de força. Assim, como a massa é medida em **quilogramas (kg)** no SI e a aceleração em metros por segundo ao quadrado (**m/s<sup>2</sup>**) a unidade de força, no SI é denominada **Newton (N)** é igual ao quilograma metro por segundo ao quadrado.

Lembrar que a força é uma grandeza vetorial e que, para descrever a força que atua sobre um corpo, é necessário conhecer sua direção, sentido e módulo (valor ou intensidade). Lembrar ainda que, quando várias forças atuam sobre a partícula, a força  $F$  passa a ser a força resultante do sistema.

Para a unidade de medida de força, podemos definir o **Newton (N)**, como:

$$1\text{N} = 1\text{kg} \times \text{m/s}^2$$

**“A força resultante é a soma de todas as forças que atuam sobre um determinado corpo.”**

Explicar aos alunos que eles devem ficar atentos ao movimento do paraquedista, observar principalmente o valor da velocidade em vários instantes da

queda e o que ocorre com as setas que ilustram a força peso e a força de resistência do ar, pois a projeção do vídeo será congelada e capturada para a tela da lousa digital em determinados momentos para discussões e complementações do professor.

Execute o vídeo fazendo uma pausa aos 0,54s, quando é mostrado o início da queda. Explicar que, nesse momento, a força de resistência do ar (R) ainda é desprezível; desse modo, a aceleração de queda, nesses primeiros instantes, é praticamente igual à aceleração da gravidade. A força de resistência do ar que atua no corpo do paraquedista é igual a zero. Comentar que a força peso (P) vai acelerar o paraquedista de forma que sua velocidade aumentará 9,8m/s a cada segundo.

Com a possibilidade de fazer anotações sobre as imagens do vídeo, utilizar a caneta digital e destacar alguns conceitos no trecho do filme, bem como nos demais trechos pausados e capturados na tela da lousa digital.



Figura 1 – Paraquedista: instantes iniciais da queda

Fonte: Physics of sky diving (disponível em: <<http://goo.gl/tXr0Wz>>).

Nesse momento, ressaltar que é importante não confundir a massa (que caracteriza a inércia) com o peso de um corpo. O peso é um efeito da atração gravitacional da Terra. Na Terra, um corpo cai com aceleração de  $9,8\text{m/s}^2$ , logo, a força sobre um corpo de massa igual a 1 kg será de 9,8 N.

O peso de um corpo é calculado pela expressão

→ →

$$P = m \cdot g$$

Na qual  $g$  representa a aceleração da gravidade e  $m$  a massa.

Em seguida, pausar o vídeo em 1m13s, e explicar que, durante a queda, a força de resistência do ar vai aumentando, devido à elevação da velocidade (Movimento Acelerado), mas a força peso ( $P$ ) ainda é maior que a resistência do ar.

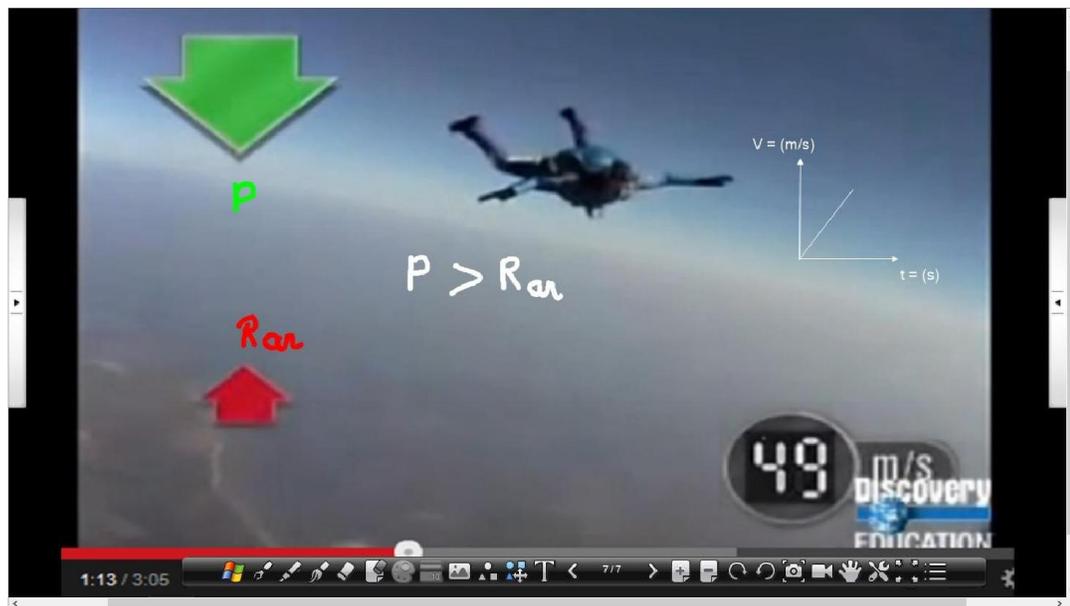


Figura 2 – Paraquedista: Movimento Acelerado.

Fonte: Physics of sky diving (disponível em: <<http://goo.gl/tXr0Wz>>).

Chamar a atenção dos alunos que, com o aumento da velocidade, a força de resistência do ar ( $R$ ) aumenta até atingir o valor da força de atração gravitacional ( $P$ ). Quando as duas forças tiverem valores iguais, elas se equilibram e a velocidade de queda estabiliza – é a 1ª velocidade terminal (aproximadamente 200 Km/h). Não há mais aceleração e o paraquedista se move verticalmente em Movimento Retilíneo Uniforme. Se as forças que agem sobre um objeto estão em equilíbrio, a força resultante é nula.



Figura 3 – Paraquedista: equilíbrio das forças  
Fonte: Physics of sky diving (disponível em: <<http://goo.gl/tXr0Wz>>).

Capturar para a tela da lousa digital o instante em que o paraquedista abre o paraquedas. Nesse momento, discutir com os alunos que as dimensões e as formas do sistema mudam notadamente; assim, a área de ataque contra o ar aumenta muito, ganhando da força da gravidade. O sistema desacelera (aceleração negativa) e vai perdendo velocidade. A força de resistência do ar ( $R$ ) se torna maior que o peso ( $P$ ). O paraquedista chega a receber um tranco, e sua velocidade vai reduzindo, até que a força de resistência do ar se iguale ao peso do conjunto paraquedas mais paraquedista.



Figura 4 – Paraquedista: Abertura do Paraquedas  
Fonte: Physics of sky diving (disponível em: <<http://goo.gl/tXr0Wz>>).

Pausar novamente o vídeo e destacar, nos instantes finais da queda, o momento em que a velocidade da queda se estabiliza – 2ª velocidade terminal (aproximadamente 20 Km/h). Esta velocidade é suficiente para uma aterrissagem tranquila e com segurança. Lembrar que, novamente, a força resultante é nula e que o Movimento é Retilíneo Uniforme, ou seja, o paraquedista passa a cair com velocidade constante.

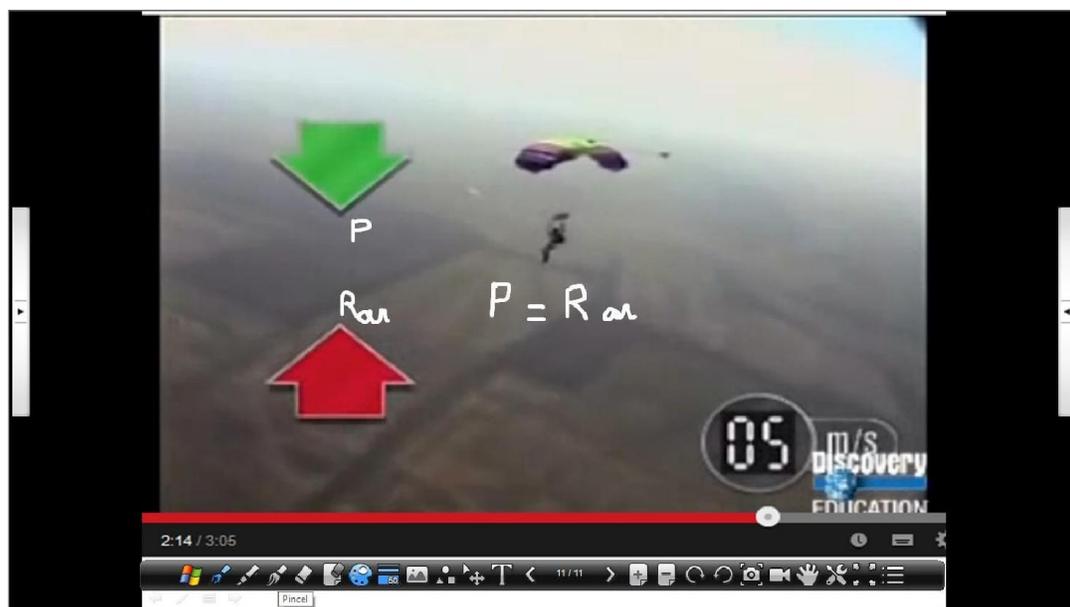


Figura 5 – Paraquedista: equilíbrio das forças

Fonte: Physics of sky diving (disponível em: <<http://goo.gl/tXr0Wz>>).

Finalize as discussões do vídeo explicando que, quando chega ao solo, o paraquedista entra mais uma vez em equilíbrio, permanecendo, dessa vez, em repouso em relação ao solo. A força de reação normal (FN) é responsável pelo equilíbrio. Comente que a resultante de forças igual a zero implica em equilíbrio do corpo, que tanto pode se apresentar como repouso, quanto como Movimento Retilíneo Uniforme.



**Figura 6 – Paraquedista: equilíbrio sobre o solo**  
Fonte: Physics of sky diving (disponível em: <<http://goo.gl/tXr0Wz>>).

Após a apresentação e discussão do vídeo, construir, na lousa digital, uma representação de um corpo em queda até atingir a 1ª velocidade terminal; para tanto, utilizar recursos da barra de ferramenta, tais como: forma geométrica, setas, cores variadas e caixa de texto.

Solicitar aos alunos para considerar um corpo em queda. Explicar que, durante a queda (primeira representação), a velocidade do corpo ( $V$ ) aumenta e a força de resistência do ar ( $R$ ), que é diretamente proporcional ao quadrado da velocidade ( $V$ ), também aumenta. Na segunda representação, a velocidade ( $V$ ) aumentou e a resistência do ar ( $R$ ) também aumentou, mas a intensidade da força resultante diminuiu. Acrescentar que, na terceira representação, observamos a mesma intensidade para  $R$  e  $P$ . A força resultante é nula, bem como a aceleração. Assim, a velocidade ( $V$ ) não varia mais, atingindo a 1ª velocidade terminal ( $V$ ) do corpo.

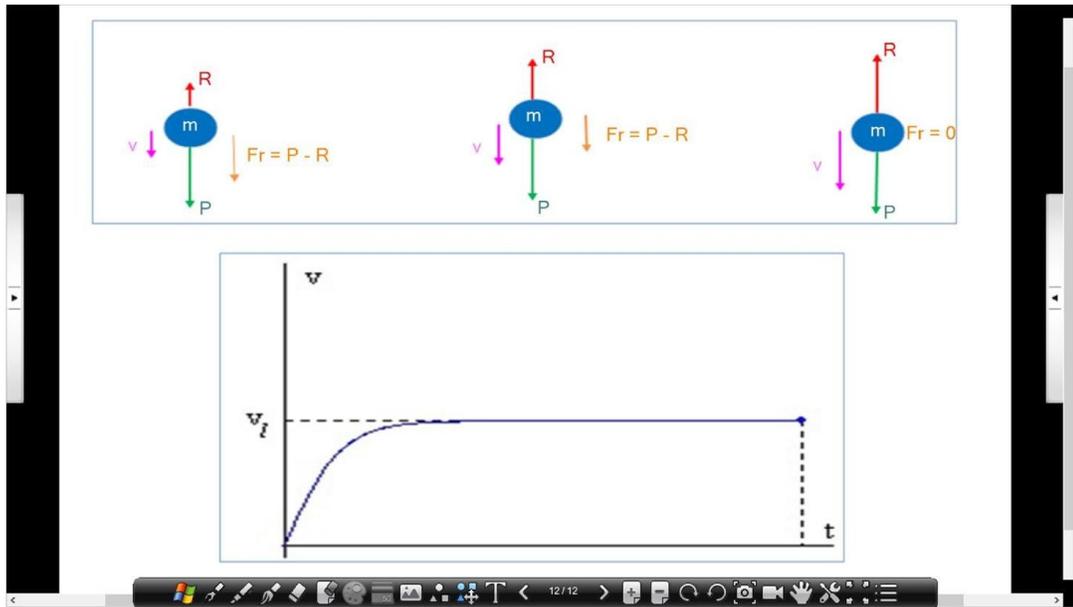
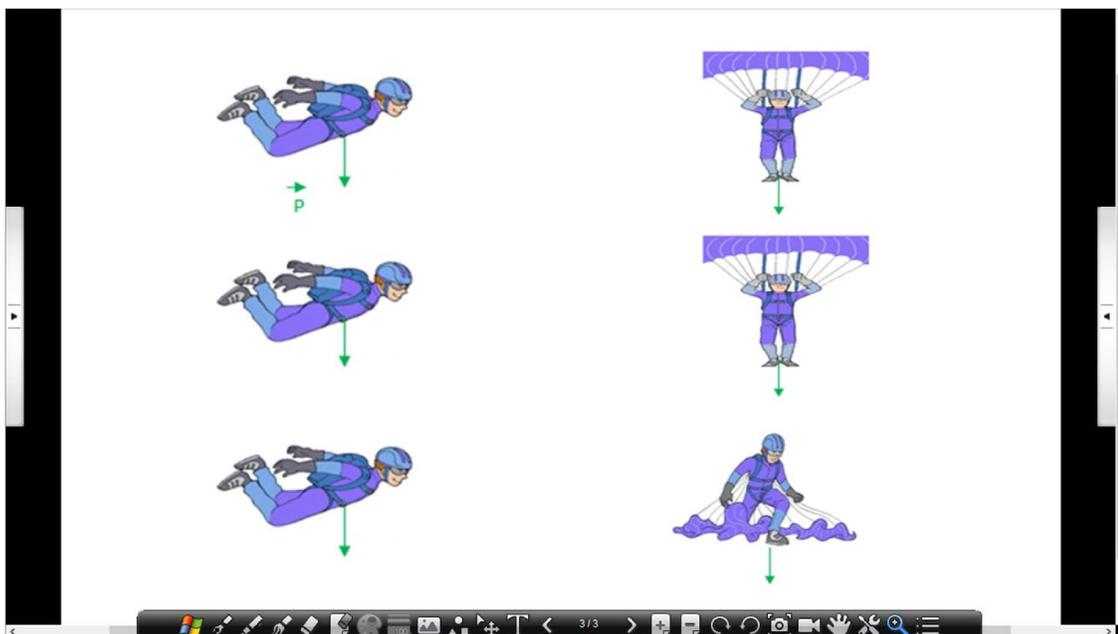


Figura 7 – Representação de um corpo em queda até atingir a 1ª velocidade terminal  
 Fonte: A própria autora.

Em seguida, para melhor compreensão dos conceitos, projetar na lousa digital imagens do paraquedista antes e depois de abrir o paraquedas (Figura 8). Convidar um aluno para ir até a lousa digital, selecionar uma seta na cor vermelha e marcar nas figuras correspondentes o vetor resistência do ar, relacionando o módulo deste com o módulo do peso (seta verde). Solicitar que outro aluno indique, na figura, como varia o módulo da aceleração e, ainda, apontar a 1ª e a 2ª velocidades terminal.



**Figura 8 – Etapas do movimento de queda de um paraquedista**  
Fonte: A própria autora. Ilustração: Marcelo Galvan, 2014.

Retomar rapidamente o que foi trabalhado na aula anterior e informar aos alunos que irão observar uma imagem gráfica (Figura 9) na lousa digital, ilustrando o desenvolvimento da velocidade em função do tempo, obtida por um paraquedista durante o movimento de queda. Analisar o gráfico juntamente com os alunos, comentando que o paraquedista, ao saltar de um avião com o paraquedas fechado, cai com movimento acelerado, permanecendo 42s em queda antes de abrir o paraquedas. Em seguida, sofre uma desaceleração e atinge o solo em um tempo total de 70s, com uma velocidade segura.

Após as discussões, solicitar para um aluno colorir, na lousa digital, com a ferramenta pincel e a cor amarela, o trecho em que a aceleração possui o mesmo sentido da velocidade, e o trecho em que a aceleração possui o sentido o contrário da velocidade. Em seguida, destacar com um traço vermelho o instante em que o paraquedista atingiu a 1ª e a 2ª velocidades terminal. Destacar, ainda, com a cor azul, o instante da abertura do paraquedas.

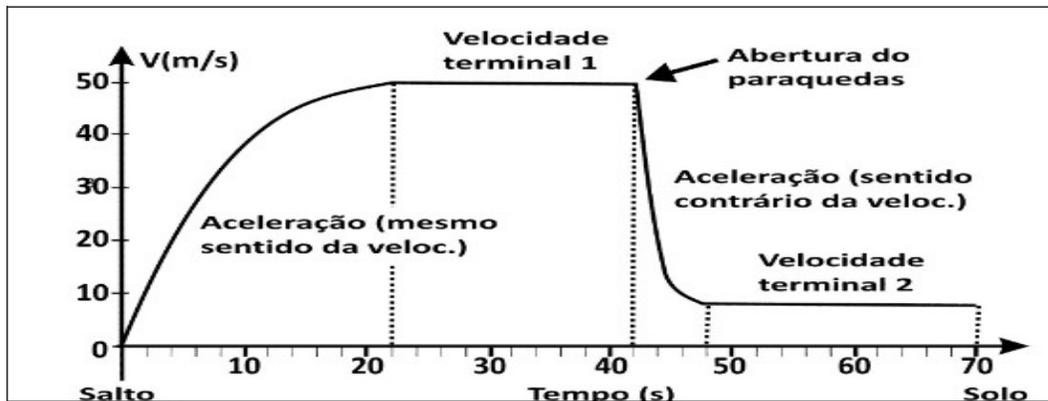


Figura 9 – Gráfico de velocidade x tempo  
 Fonte: Paula, 2013. Disponível em: <<http://goo.gl/TMoLaH>>.

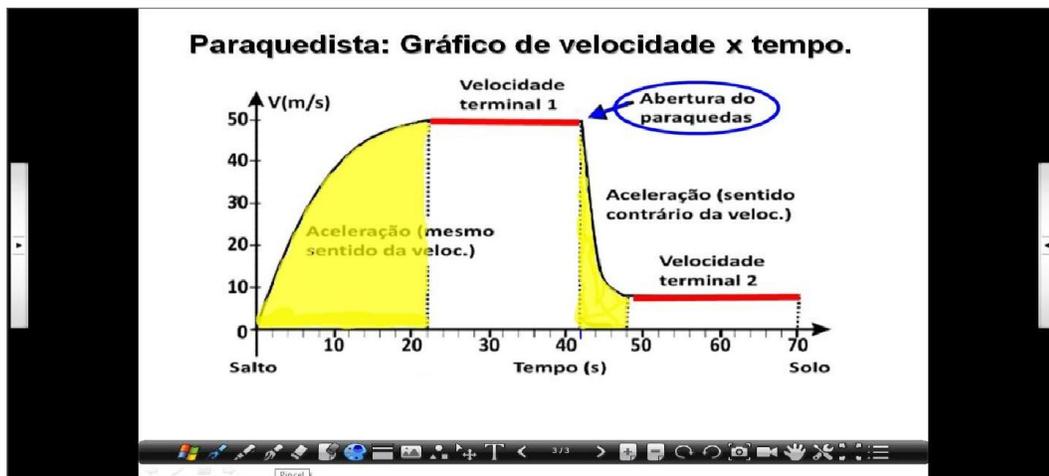


Figura 10 – Gráfico de velocidade x tempo, na tela da lousa digital  
 Fonte: Adaptado de Paula, 2013.

Em seguida, apresentar na lousa digital a questão 87 do Enem de 2013. Convidar os alunos para fazer a análise das alternativas e apontar a que representa a força resultante sobre o paraquedista, durante o seu movimento de queda.

Enem 2013 – Questão 87

Em um dia sem vento, ao saltar de um avião, um paraquedista cai verticalmente até atingir a velocidade limite. No instante em que o paraquedas é aberto (instante  $T_A$ ), ocorre a diminuição de sua velocidade de queda. Algum tempo após a abertura do paraquedas, ele passa a ter velocidade de queda constante, que possibilita sua aterrissagem em segurança.

Que gráfico representa a força resultante sobre o paraquedista, durante o seu movimento de queda?

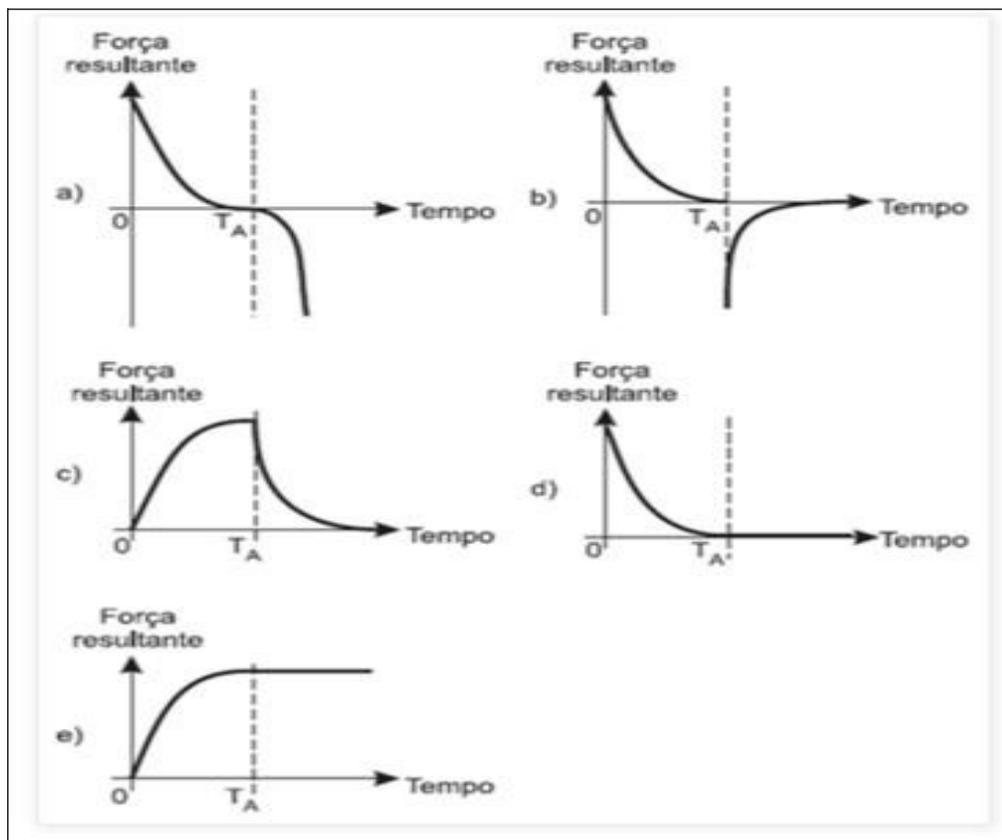


Figura 11 – Questão 87 ENEM 2013

Fonte: Enem 2013. Disponível em: <<http://goo.gl/9wvbv8>>.

Após ouvir a resposta dos alunos, apresentar, na lousa digital, o gráfico correspondente à resposta correta (alternativa B). Utilizar setas e textos coloridos para explicá-la por meio de um esquema. Explicar aos alunos que, ao soltar do

avião, a força resultante tem direção vertical orientada para baixo, que atua sobre o paraquedista e vai diminuindo por conta do aumento da força de resistência do ar com a velocidade, até o momento em que a força resultante seja nula e a velocidade seja constante, ocorrendo no instante TA (o paraquedas se abre). Nesse instante, a força resultante passa a ter uma intensidade elevada, orientada para cima, de modo que a velocidade irá sofrer uma redução até que a força resultante se anule, e o paraquedista passa a ter velocidade de queda constante, o que possibilita uma aterrissagem segura.

Considerando a força resultante para baixo, de valor algébrico positivo, e para cima, negativo, a resposta correta é a letra B.

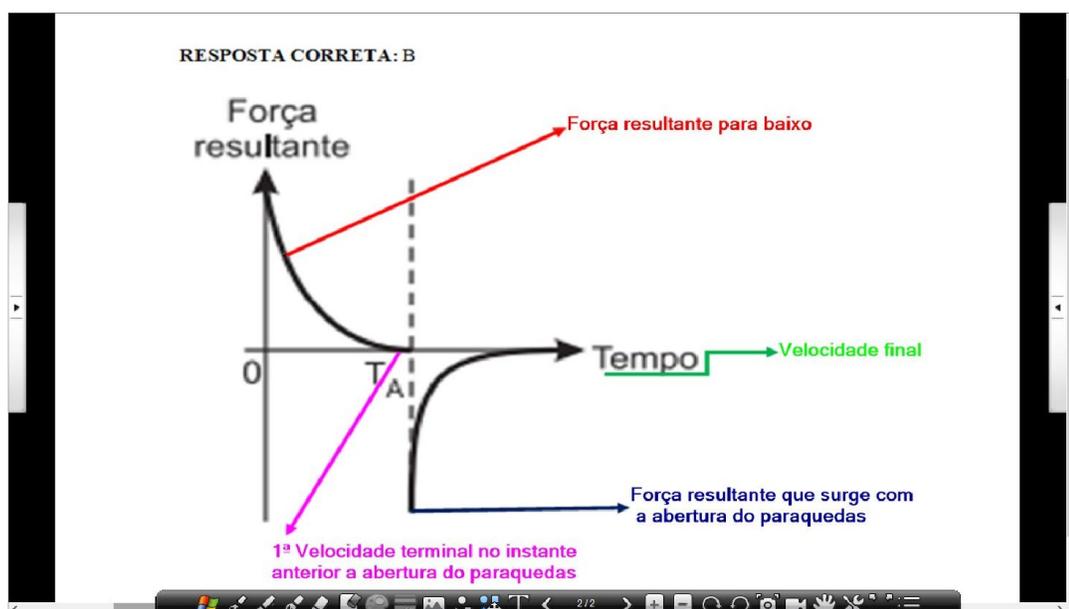


Figura 12 – Resposta correta com esquema sobre a questão

Fonte: Adaptado de Enem 2013. Disponível em: <<http://goo.gl/9wvbv8>>.

## Avaliação

Neste trabalho, sugerimos o uso de mapas conceituais como instrumento de avaliação, de modo a investigar a compreensão dos conceitos físicos envolvidos na sequência didática com vistas à aprendizagem significativa. Para Moreira (2006, p. 16), “na avaliação através de mapas conceituais a principal idéia é a de avaliar o

que o aluno sabe em termos conceituais, isto é, como ele estrutura, hierarquiza, diferencia, relaciona, discrimina, integra, conceitos de uma determinada unidade de estudo.”

Para tanto, cabe ao professor escolher a melhor forma de solicitar aos alunos a construção de um mapa conceitual como atividade individual (método do trabalho independente), em grupo ou até mesmo envolvendo toda a turma (método do trabalho em grupo). No entanto, ao solicitar a produção de um mapa conceitual a partir de uma unidade didática, o aluno, além de conhecer as ferramentas para a sua construção, deve, ainda, ter clareza quanto aos critérios de sua elaboração. Nesse sentido, faz-se necessário orientar os alunos quanto a alguns procedimentos para a construção do mapa. Explicar que o primeiro procedimento pode ser anotações dos principais conceitos; o segundo passo consiste na identificação dos conceitos gerais, intermediários e específicos do conteúdo; e o terceiro passo, a utilização de uma ou mais palavras-chave nas linhas que unem conceitos, formando proposições. Além desses procedimentos, é importante também: a) colocar o conceito geral no topo do mapa; b) usar cores para separar diferentes ideias; c) usar palavras ou frases simples; d) usar símbolos e imagens sugestivas; e e) usar formas geométricas diversas para diferentes grupos de informações.

As relações estabelecidas pelo aluno nos conceitos que aparecem no mapa, a presença ou não de linhas de ligação entre os conceitos e o uso de conectivo adequado para indicar a relação envolvida são elementos que sinalizam a ocorrência de aprendizagem significativa.

Os mapas conceituais elaborados conscientemente podem revelar a organização cognitiva dos alunos. Desse modo, a participação do aluno no processo de construção dos mapas conceituais pode facilitar o aprendizado do conteúdo sistematizado em conteúdo significativo.

## *Links*

---

Para baixar o vídeo

<http://goo.gl/tXr0Wz>

Para baixar a imagem gráfica

<http://goo.gl/TMoLaH>

Para baixar a questão do ENEM

<http://goo.gl/9wvbv8>

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Nesse trabalho, apresentamos duas Unidades Didáticas de Física, privilegiando mais os aspectos visuais e concretos. Procurou-se apresentar possibilidades de atividades com estratégias metodológicas que combinam modos representacionais variados integrados à lousa digital como estratégia para facilitar a aprendizagem dos alunos, a partir da Física do esporte, uma temática que permite trazer para a sala de aula situações reais do cotidiano dos alunos e tem características que pode despertar o interesse deles, bem como favorecer uma melhor compreensão dos fenômenos físicos.

Espera-se que, a partir dessas possibilidades didáticas, os estudantes compreendam os conteúdos físicos envolvidos nas temáticas e que apliquem os conceitos estudados à investigação de outras situações reais da vida cotidiana.

## REFERÊNCIAS<sup>10</sup>

ANJOS, A. J. S.; SAHELICES, C. C. As equações matemáticas nos processos de ensino e aprendizagem em física: o caso do momento linear e sua conservação. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaning learning Review**, v. 2, n. 3, p. 1-13, 2012.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.

BELL, M. A. Why use an interactive whiteboard? A baker's dozen reasons! **Teachers Net Gazette**, v. 3, n. 1, Jan. 2002. Disponível em: <<http://goo.gl/IEZQgu>>. Acesso em: 28 jun. 2014.

BLOG DO ENEM. **Enem 2013 e a Física** – aprenda sobre gráficos e movimentos notáveis (parte 2). 2 jul. 2013. Disponível em: <<http://goo.gl/YZWJuA>>. Acesso em: 25 out. 2013.

BRUN, A. Bolt terá inimigo íntimo na disputa dos 100 metros livre. **Gazeta do Povo**, Curitiba, 4 ago. 2012. Disponível em: <<http://goo.gl/TIBqzL>>. Acesso em: 30 out. 2013.

CIÊNCIA explica as cinco fases da prova de 100 metros rasos. Publicado por: Marcio Queiroz, 8 maio 2012. 6'23". Disponível em: <<http://goo.gl/k927Qs>>. Acesso em: 30 out. 2013.

DAMIS, O. T. Unidade didática: uma técnica para a organização do ensino e da aprendizagem. In: VEIGA, I. P. A. **Técnicas de Ensino**: novos tempos, novas configurações. Campinas: Papyrus, 2006. p. 105-135.

ENEM 2013. **Questão 87**. 2013. Disponível em: <<http://goo.gl/9wv8v8>>. Acesso em: 19 mar. 2014.

GILLEN, J. et al. A “learning revolution”? Investigating pedagogic practice around interactive whiteboards in British primary classrooms. **Learning, Media and Technology**, v. 32, n. 3, p. 243-256, Sep. 2007.

<sup>10</sup> Os endereços das páginas pesquisadas foram encurtados usando o Google URL Shortner, disponível em: <<http://goo.gl/>>.

GLOVER, D. et al. The interactive whiteboard: A literature survey. **Technology, Pedagogy and Education**, v. 14, n. 2, p. 155-170, 2005.

GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA – GREF. **Física 1 – Mecânica**. 3. ed. São Paulo: Edusp, 1993.

JEWITT, C.; MOSS, G.; CARDINI, A. Pace, interactivity and multimodality in teachers design of texts for interactive whiteboards in the secondary school classroom. **Learning, Media and Technology**, v. 32, n. 3, p. 303-317, Sep. 2007.

JORNAL DE SANTA CATARINA. **Gráfico**: os detalhes do recorde mundial de Bolt nos 100m rasos. Blumenau, 21 ago. 2009. Disponível em: <<http://goo.gl/H17GLF>>. Acesso em: 10 nov. 2013.

KENSKI, V. M. Aprendizagem mediada pela tecnologia. **Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 4, n. 10, p. 47-56, 2003.

LABURÚ, C. E.; BARROS, M. A.; SILVA, O. H. M. Multimodos e múltiplas representações, aprendizagem significativa e subjetividade: três referenciais conciliáveis da educação científica. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 2, p. 469-487, 2011. Disponível em: <<http://goo.gl/ZNTKNZ>>. Acesso em: 6 nov. 2014.

LEMKE, J. L. **Teaching all the languages of science**: Words, symbols, images, and actions. 2003. Disponível em: <<http://goo.gl/nQdE8g>> Acesso em: 1 fev. 2014.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Curso de Física 1**. São Paulo: Scipione, 2008.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 2006.

NAKASHIMA, R. H.; AMARAL, S. F. do. A linguagem audiovisual da Lousa Digital Interativa no contexto educacional. **Educação Temática Digital**, Campinas, v. 8, n. 1, p.33-48, dez. 2006.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Física**. Curitiba: SEED/EB, 2008.

PAULA, H. de F. e. Paraquedista - Gráfico de velocidade x tempo. 6 ago. 2013. Disponível em: <<http://goo.gl/TMoLaH>>. Acesso em: 18 mar. 2014.

PHYSICS of Sky Diving. Publicado por: mixx2, 13 fev. 2008. 3'05". Disponível em: <<http://goo.gl/tXr0Wz>>. Acesso em: 18 mar. 2014.

PRAIN, V.; WALDRIP, B. An exploratory study of teachers' and students' use of multi-modal representations of concepts in primary science. **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 15, p. 1843-1866, 2006.

SALVIATO, G. M. S.; LABURÚ, C. E. Multimodos de representações e a aprendizagem significativa sobre aquecimento global: um estudo de caso com um estudante da sétima série. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 11, n. 2, p. 160-175, jul./dez. 2012.

SAMPAIO, P. A. da S. R.; COUTINHO, C. P. Quadros interativos na educação: uma avaliação a partir das pesquisas da área. **Educ. Pesqui**, v. 39, n. 3, p. 741-756, jul./set. 2013.

SANKEY, M. D.; BIRCH, D.; GARDINER, M. W. The impact of multiple representations of content using multimedia on learning outcomes across learning styles and modal preferences. **International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology (IJEDICT)**, v. 7, n. 3, p. 18-35, 2011.

SANMARTI, N. **Didáctica de las ciencias en educación secundaria obligatoria**. Madrid: Síntesis, 2002.

USAIN Bolt Mundial em Moscou 2013 - final men 100m. Publicado por: Ripstar Ideias, 11 ago. 2013. 3'52". Disponível em: <<http://goo.gl/qwrNxl>>. Acesso em: 18 nov. 2013.

VELOCIDADE numa corrida de 100 metros rasos. 2 jul. 2011. Disponível em <<http://goo.gl/1Cxpjn>>. Acesso em: 12 nov. 2013.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.