

## **PLANO INCLINADO E O SKATE MARCADOR**

MARIA HERMÍNIA FERREIRA TAVARES

Orientadora do presente artigo, professora Pós - Dr. Adjunto da UNIOESTE, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Campus de Cascavel, Rua: Universitária nº 2069, B. Faculdade, CEP. 85814-110, Cascavel, PR-Brasil, telefone (45)32203266 Fax.(45)32244566, URL. Da Home Page: WWW.Unioeste.br.

CLARICE NEPOMUCENO CLAZER ALANO

Formação na área técnica, aluna PDE, Professora de Física da Rede Estadual do Paraná, Colégio Estadual Wilson Joffre, Nº 52, centro, CEP. 85801-010, Cascavel, PR - Brasil, telefone(45)32253838, e-mail clariceclazer@seed.pr.gov.br

### **RESUMO:**

No experimento Plano Inclinado, buscaram-se alternativas que oportunizem o avanço do aluno do primeiro ano do ensino médio e estimulem-no a participar das pesquisas práticas. Tais pesquisas auxiliam na aquisição dos conceitos e definições adquiridos no estudo dos Movimentos e Forças aplicadas sobre o skate marcador. Por ser este um dos conteúdos estruturantes das Diretrizes Curriculares do Estado do Paraná, na disciplina de Física, o mesmo torna-se, portanto, essencial para esta série.

### **ABSTRACT:**

The following experiment, called Sloping Plan, presents alternatives that facilitate learning of 1<sup>st</sup> year high school students and stimulate them to participate of practical researches. Practical experiments like this promote the acquisition of concepts and definitions about Motion and Force applied to a marker skateboard. Being this is one of the Structural Contents that are part of State of Paraná Curricula of Physics, it is essential to students at this level.

Palavras chaves: tempo, espaço, velocidade, aceleração, forças.

### **Introdução:**

O presente artigo tem o objetivo de apresentar os resultados obtidos através do experimento “Plano Inclinado e o Skate Marcador”, objetiva também, trabalhar os conteúdos estruturantes referente ao estudo do Movimento sem se preocupar com suas causas. Posteriormente trabalhar as Leis de Newton, que estudam os Movimentos e as forças que atuam nos corpos (DCE, 2008, p. 11). O conteúdo estudado faz parte da Grade Curricular das primeiras séries do ensino médio e aliado ao experimento ”plano inclinado e skate marcador”, buscando tornar sua aprendizagem mais interessante e mais próxima da realidade do aluno.

O estudo do Movimento teve início no século IV a.C., com o filósofo grego Aristóteles, suas idéias foram aceitas até o Renascimento (séc. XVII). Posteriormente Galileu Galilei (1564-1642), considerado Pai da Experimentação estabeleceu o conceito de Inércia. Tendo como fonte de pesquisa alguns experimentos demonstrados em livros didáticos, como em MÁXIMO e ALVARENGA, 2008; p. 110-111, outra fonte foi o trabalho desenvolvido por estudantes da UFRJ, tendo como nome carrinho gotejador e na busca de novas interpretações surgiu o skate marcador, trabalhado em um plano inclinado. Justifica a escolha do Skate por ser um dos esportes praticado por jovens das séries iniciais do Ensino Médio. Na revisão de literatura, vimos que o Inglês Issac Newton(1642-1727) conseguiu sintetizar as idéias de Galileu e de outros que o precederam, formulando às Leis da Dinâmica conhecidas como Leis de Newton. A partir daí surgiu o objetivo de colocarmos em prática às Leis de Newton e Forças que atuam no skate em plano com várias inclinações. Segundo PIAGET ( ano 2005 p. 17) ”a atividade experimental tem por objetivo, libertar o aluno da ciência do senso comum para possibilitar aquisição das concepções cientificamente corretas”.

O que permite esse aluno interpretar fenômenos físicos e trocar informações com o grupo, sobre dados experimentais práticos que os levam a

perceber o tempo gasto para que o skate marcador percorra determinado espaço, calculando assim a velocidade através das equações do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado. Segundo (GONÇALVES E TOSCANO, 1997, p.. 285) com diferentes ângulos do plano inclinado e conhecendo a gravidade local, calcula-se as acelerações do skate.

As forças que atuam no skate e entre skate e plano inclinado serão estudadas através do experimento, pondo-se em prática as Leis de Newton tendo como embasamento teórico de TIPLER (2000; p.105). Tornando-se assim o experimento como material didático de apoio pertinente à realidade escolar.

### **Material e Método**

O experimento que leva o nome de Skate Marcador, na realidade tornou-se um carrinho marcador, pela dificuldade encontrada na forma geométrica do skate e nas dimensões adequadas à plataforma no caso o plano inclinado. Na base desse carrinho, colocou-se um suporte para o marcador. O marcador foi cuidadosamente montado e minuciosamente estudado para que pudéssemos obter gotas em intervalos de tempos iguais. Conforme figuras 01 e 02 abaixo.



FIGURA 01 - Foto do marcador sendo colocado na base do carrinho



FIGURA 02 - Foto do carrinho marcador

O plano inclinado é de madeira, com formato geométrico de um triângulo retângulo. Uma das extremidades tem-se um modelo de escada com degraus onde a plataforma é suspensa, formando-se na outra extremidade os ângulos pretendidos para o estudo do Movimento. Abaixo tem-se uma perspectiva do plano inclinado.



FIGURA 03 - Plano inclinado

Na realização do experimento em primeiro lugar com um cronômetro, deve-se calibrar o tempo que as gotas caem no plano. Para conseguir as leituras, o carrinho é deixado no plano horizontal, com a saída de água aberta. No caso do presente experimento, foi-se adaptado à garrafa de água, partes do mecanismo do soro, conforme figura 04



FIGURA 04 - Mecanismo do soro adaptado à garrafa de água

Em seguida com a saída de água aberta leva-se o carrinho ao plano, que já deve estar com a inclinação escolhida. Escolhe-se um ponto no plano inclinado que vai ser a origem de onde o carrinho será abandonado, deixando gotas de água por onde passa. Após, com o uso de uma trena e partindo da origem, medem-se os espaços deixados pelas gotas em intervalos de tempos iguais. Com os tempos e espaços percorridos, usando equações do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado, têm-se as velocidades do carrinho marcador. Para calcular sua aceleração no plano inclinado, basta conhecermos a gravidade local e multiplicarmos pelo ângulo escolhido para o plano.

Colocando em prática as Leis de Newton, pode-se calcular as forças que atuam no carrinho marcador, o que veremos em detalhes a seguir.

## Resultados e discussões

No estudo do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado, usou-se três ângulos diferentes para o plano inclinado, que serão apresentados nas tabelas abaixo.

Para esse experimento a menor inclinação foi de  $\alpha = 3.05^\circ$ , onde o carrinho deixou 6 marcas de água num intervalo de tempo de  $t = 0.47$  s. Partindo sempre do mesmo ponto referencial - do repouso - o carrinho marcador percorreu a distância de  $s = 0.10$  m no tempo de  $t = 0.47$  s, onde deixou sua primeira gota de água. Para a gota número 6 o carrinho levou um tempo de  $t = 2.82$  s percorrendo uma distância de  $s = 1.63$  m, sendo que o plano inclinado tem  $s = 2.00$  m de distância partindo do referencial.

Para o estudo desse experimento e com essa inclinação obteve-se o maior número de gotas, o que nos proporcionou resultados mais eficientes, os quais são demonstrados no quadro 1.

Tabela 01 – Número de gotas obtidos para a inclinação de  $\alpha = 3.05^\circ$ , assim como os respectivos tempos e espaços percorridos pelo carrinho marcador.

Nº de Gotas	Tempo (s)	Espaço (m)
0	0.00	0.00
1	0,47	0,10
2	0,94	0,29
3	1,41	0,55
4	1,88	0,88
5	2,35	1,25
6	2,82	1,63

Na segunda inclinação  $\alpha = 6.11^\circ$ , obteve-se o número máximo de quatro gotas no mesmo intervalo de tempo que para uma inclinação de  $\alpha = 3.05^\circ$ . A primeira gota percorreu uma distância de  $s = 0.23$  m em  $t = 0.47$  s, sendo que a gota de número quatro percorreu a distância máxima de  $s = 1.61$  m levando um tempo de  $t = 1.88$  s. Conforme tabela número 2, pode-se concluir que o carrinho marcador percorre, para gota número quatro, uma distância

maior do que a distância percorrida pela gota de mesmo número da inclinação anterior, com o mesmo tempo.

tabela 02 – Número de gotas, tempos e espaços do carrinho marcador sobre o plano inclinado para um ângulo de  $\alpha = 6.11^\circ$ .

Nº de Gotas	Tempo (s)	Espaço (m)
0	0,00	0,00
1	0,47	0,23
2	0,94	0,61
3	1,41	1,07
4	1,88	1,61

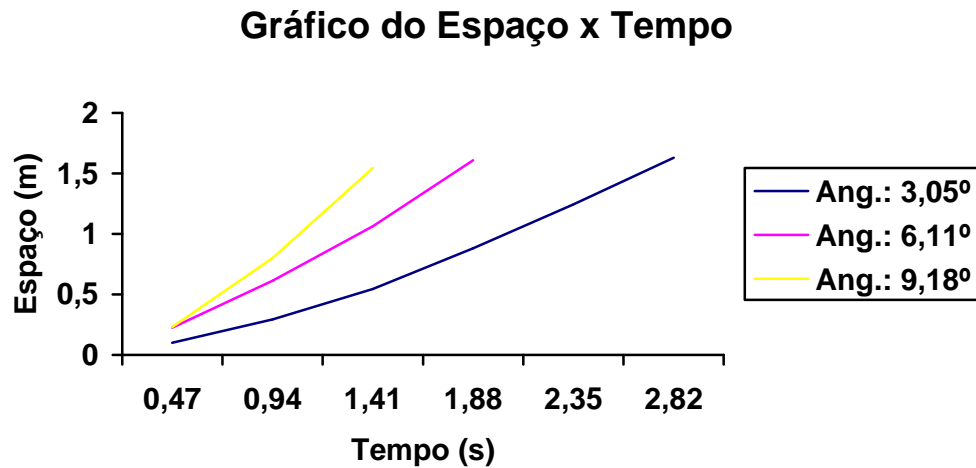
Na tabela 03 ilustra-se o número máximo de gotas deixadas no plano para uma inclinação de  $\alpha = 9.18^\circ$ . Pode-se observar que quanto maior a inclinação do experimento maior será a aceleração do carrinho marcador. Nessa inclinação obteve-se três gotas para o mesmo intervalo de tempo das inclinações anteriores, sendo que nesse experimento percorreu espaços maiores em tempos iguais, comprovando a teoria do livros didáticos como por exemplo GONÇALVES e TOSCANO (1997).

Tabela 03 – Número de gotas, tempo e espaços do carrinho sobre o plano inclinado para ângulo de  $\alpha = 6.18^\circ$ .

Nº de Gotas	Tempo (s)	Espaço (m)
0	0,00	0,00
1	0,47	0,23
2	0,94	0,80
3	1,41	1,55

No gráfico 01 demonstra-se o comportamento dos espaços percorridos pelo carrinho marcador, nos respectivos tempos para as três inclinações do plano.

GRÁFICO 01 – Espaço x tempo



Nas tabelas de número 4, 5, 6 a seguir demonstra-se as velocidades, suas variações e a aceleração obtida para as respectivas inclinações  $\alpha = 3.05^\circ$ ,  $\alpha = 6.11^\circ$ ,  $\alpha = 9.18^\circ$  do plano.

A tabela de número 4 apresenta as seis gotas deixadas pelo carrinho marcador no plano inclinado, em uma trajetória retilínea. Saindo do repouso o carrinho marcador levou  $t = 0.47$  s para deixar a primeira gota e atingir uma velocidade de  $V = 0,24$  m/s. Depois aumenta essa velocidade até o valor máximo de  $v = 1.47$  m/s em  $t = 2.82$  s para a gota número seis. O percurso é feito, mantendo-se uma aceleração de  $a = 0.52$  m/s<sup>2</sup>.

Tabela 04 – Número de gotas, tempos, velocidades e Aceleração para a inclinação de  $\alpha = 3.05^\circ$ :



Nº de Gotas	Tempo (s)	Velocidade (m/s)	Aceleração (m/s <sup>2</sup> )
0	0,00	0,00	0,00
1	0,47	0,24	0,52
2	0,94	0,49	0,52
3	1,41	0,73	0,52
4	1,88	0,98	0,52
5	2,35	1,22	0,52
6	2,82	1,47	0,52

Para uma inclinação de  $\alpha = 6,11^\circ$ , nota-se que a aceleração é maior que para a inclinação de  $\alpha = 3,05^\circ$ , portanto tem-se para o carrinho marcador velocidades maiores e um menor número de gotejamento, o que se pode verificar na tabela abaixo.

Tabela 05 - Número de gotas, tempos, velocidades, variações de velocidades e aceleração para uma inclinação de  $\alpha = 6,11^\circ$ .

Nº de Gotas	Tempo (s)	Velocidade (m/s)	Aceleração (m/s <sup>2</sup> )
0	0,00	0,00	0,00
1	0,47	0,49	1,04
2	0,94	0,98	1,04
3	1,41	1,47	1,04
4	1,88	1,96	1,04

Comprovando a teoria que diz quanto maior o ângulo de inclinação do plano, maior será a aceleração e portanto maior será suas velocidades. É o que se demonstra na tabela de número 6 nesse experimento. Para o ângulo de  $\alpha = 9,18^\circ$ , o carrinho deixou três gotas no plano, a primeira teve uma

velocidade de  $v = 0,73 \text{ m/s}$  em  $t = 0,47 \text{ s}$  e a última gota conseguida para essa inclinação obteve a máxima velocidade de  $v = 2,20 \text{ m/s}$  em  $t = 1,41 \text{ s}$ . Para todas as gotas deixadas, o carrinho marcador teve uma aceleração de  $a = 1,56 \text{ m/s}^2$ .

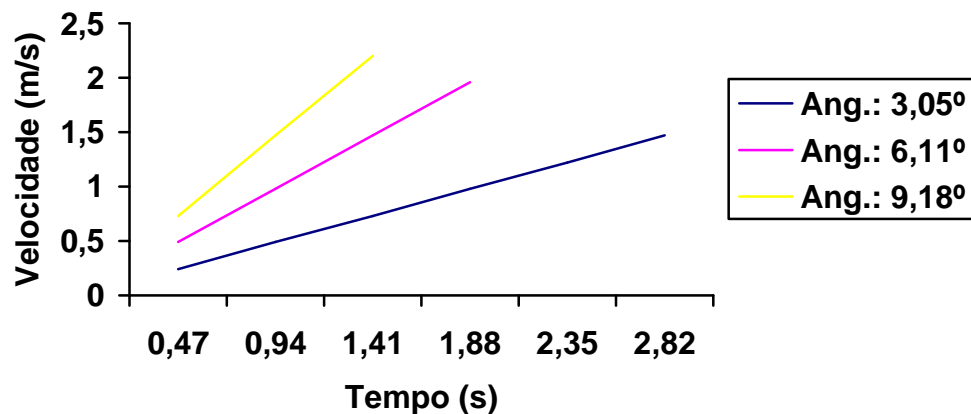
Tabela 06 - Número de gotas, velocidades, variações de velocidades e aceleração para uma inclinação de  $\alpha = 9,18^\circ$ .

Nº de Gotas	Tempo (s)	Velocidade (m/s)	Aceleração ( $\text{m/s}^2$ )
0	0,00	0,00	0,00
1	0,47	0,73	1,56
2	0,94	1,47	1,56
3	1,41	2,20	1,56

No gráfico 02 tem-se um demonstrativo das velocidades obtidas pelo carrinho marcador em seus respectivos tempos, para as diferentes inclinações do plano.

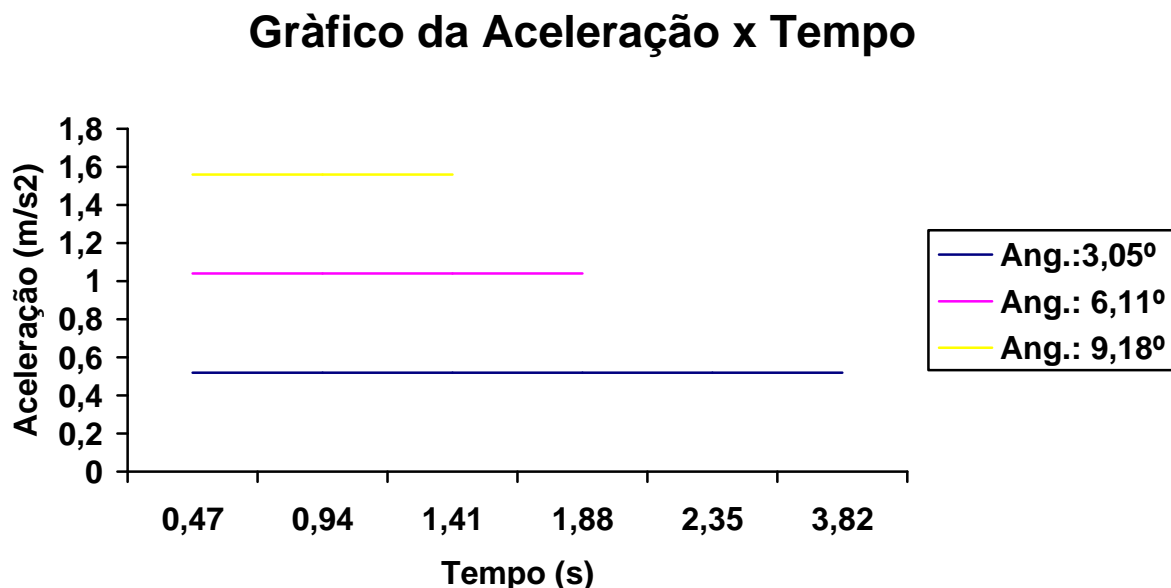
Gráfico 02 - Velocidade X tempo

### Gráfico da Velocidade x Tempo



Para o gráfico 03, verifica-se o comportamento das acelerações tidas pelo carrinho marcador ao deslizar pelo plano nas diversas inclinações.

Gráfico 03 – Aceleração X Tempo



Até aqui estivemos estudando os movimentos sem indagar quais as suas causas, chamado de Cinemática. A partir de agora estudaremos a Dinâmica, que procura responder tais perguntas: Quais as causas de determinado movimento?

Para esse estudo precisa-se conhecer:

A massa do carrinho marcador, que é adquirida através de uma balança,

A força peso, é a força que o carrinho marcador exerce sobre o plano inclinado, sendo obtida através do cálculo: massa X gravidade local.

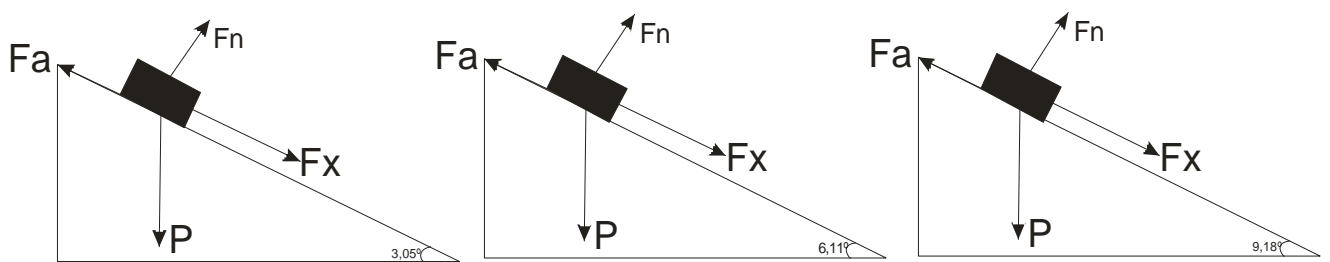
Conhecendo o peso do carrinho e multiplicando-se pelo seno do ângulo formado pela inclinação do plano, tem-se a força  $F_x$  responsável pela aceleração do carrinho marcador.

A força  $F_y$  ou força normal responsável pela reação do plano sobre o carrinho, é adquirida, multiplicando-se o peso pelo cosseno do ângulo formado

pela inclinação do plano. Ainda pode-se conhecer a força de atrito  $F_a$  que aparece entre as rugosidades da superfície do plano e os pneus do carrinho marcador, e o respectivo coeficiente de atrito da superfície.

Nesse experimento como já foi visto acima, para o estudo de tais forças, aplicou-se as Leis de Newton, usando os mesmos ângulos mencionados no estudo do Movimento retilíneo uniformemente variado e representados em tabelas e gráficos anteriores.

Abaixo tem-se figuras representativas do plano inclinado, com seus respectivos ângulos, forças que atuam no carrinho marcador X plano inclinado, como também os resultados matemáticos das forças.



Resultados matemáticos para as inclinações de :

$$\alpha = 3.05^\circ$$

$$\alpha = 6.11^\circ$$

$$\alpha = 9.18^\circ$$

$$\text{Peso} = 1,70 \text{ N}$$

$$\text{Peso} = 1,70 \text{ N}$$

$$\text{Peso} = 1,70 \text{ N}$$

$$F_x = 0.09 \text{ N}$$

$$F_x = 0.18 \text{ N}$$

$$F_x = 0,27 \text{ N}$$

$$F_n = 1.69 \text{ N}$$

$$F_n = 1.68 \text{ N}$$

$$F_n = 1.67 \text{ N}$$

$$F_a = 4 \times 10^{-5} \text{ N}$$

$$F_a = 39 \times 10^{-5} \text{ N}$$

$$F_a = 66 \times 10^{-5} \text{ N}$$

$$\mu = 13 \times 10^{-5}$$

$$\mu = 23 \times 10^{-5}$$

$$\mu = 39 \times 10^{-5}$$

Nesse artigo não será apresentado os cálculos feitos para a obtenção dos resultados acima, mas para chegar até eles basta utilizar-se de uma das linguagens da física, que são as equações apresentadas abaixo.

$$A = g \times \text{sen } \alpha$$

$$F_x = p \times \text{sen } \alpha$$

$$F_a = \mu \times F_n$$

$$P = m \times g$$

$$F_a - F_x = m \times a$$

$$F_y = p \times \text{cos } \alpha$$

### **Conclusões:**

Através do experimento conseguiu-se obter dados práticos dos conceitos sobre Movimento e Forças que atuam no skate marcador, que se tornou carrinho marcador. A princípio colocou-se em prática os conceitos de tempo, espaço percorrido pelo carrinho marcador no plano inclinado e velocidade adquirida pelo carrinho através das equações do MRUV. Com os dados da inclinação do experimento e gravidade local, conseguiu-se a aceleração. Em seguida, pondo-se em prática, estudos realizados com as Leis de Newton, e conhecendo a massa do carrinho marcador, obteve-se valores das forças que atuam no carrinho e entre plano inclinado e carrinho, conceitos estudados em sala de aula com as séries iniciais do ensino médio. Os conceitos e conhecimentos permitidos através do experimento Plano Inclinado e Carrinho Marcador, vão além desses conteúdos que são o foco de discussão

desse artigo, podem-se desenvolver os demais conteúdos dessa série, como por exemplo energia cinética, energia potencial gravitacional, energia potencial elástica, energia térmica.

Assim o presente experimento aproxima sala de aula com a realidade do educando, tornando-se a aprendizagem dos conceitos físicos mais eficientes.

### **Agradecimentos:**

Agradeço a Deus Nosso Senhor Jesus Cristo, que em todos os momentos esteve e está ao meu lado encorajando-me a prosseguir, colocando pessoas como meus colegas de trabalho que em muitos momentos ajudaram-me, fortalecendo meu marido e filhos para que compreendessem minha ausência em reunião familiar, agradeço, ainda, a Deus pela orientadora deste artigo.

### **Referência Bibliográfica:**

Diretrizes Curriculares de Física para o Ensino Médio, Curitiba, 2008.

Gaspar Alberto; **Experiências de Ciências para o Ensino Fundamental**, Editora Ática, 2005.

GONÇALVES F. Aurélio, TOSCANO Carlos; **Física e Realidade**, São Paulo, Editora Scipione, 1997.

MÁXIMO Antonio, ALVARENGA Beatriz, **Física**, São Paulo, Editora Scipione, 2003.

PENTEADO, Nicolau. TORRES, Toledo. **Física Ciência e Tecnologia**, São Paulo, Editora Moderna, 1997.

TIPLER A. Paul; **Física**, Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos S.A., 2000.

BARROS Susana (orientadora), SOUZA João, SOARES Wilma, **As Leis de Newton apresentadas através de atividades concretas**, UFRJ, 2005. Disponível em: <[www.ccmn.ufrj.br/curso/trabalhos/pdf/interdisciplinar-trabalhos/fundamentos-psicodidatica/psicodidatica3pdf](http://www.ccmn.ufrj.br/curso/trabalhos/pdf/interdisciplinar-trabalhos/fundamentos-psicodidatica/psicodidatica3pdf)>. Acesso em: 13/01/08.

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Skate>> Acesso em: 13/01/08