6ª - 14/12/07

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE FÍSICA
LICENCIATURA EM FÍSICA

PROJETO DE INSTRUMENTAÇÃO PARA O ENSINO DE FÍSICA

BRINCAR PARA CONSTRUIR O CONHECIMENTO: JOGO E CINEMÁTICA

Magali Fonseca de Castro Lima

Orientador: Prof. Vitorvani Soares

2007/2

24/2007

I. F. U. F. R. J.
BIBLIOTECA
REGISTR. DATA
24/2007

Ficha catalográfica

Lima, Magali Fonseca de Castro

Brincar para Construir o Conhecimento: Jogo e Cinemática, Magali Fonseca de Castro Lima — Rio de Janeiro: Projeto de Instrumentação para o Ensino de Física — Instituto de Física/UFRJ, 2007.

1. Cinematica. 2. Ciência – Ensino Médio. 3. Jogo.

I. Título

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus familiares, aos amigos que permitiram o seu desenvolvimento dentro do ambiente escolar, aos alunos que participaram deste projeto construindo um resultado positivo e principalmente as minhas filhas Sayonara e Marina.

Agradecimentos

Agradeço ao professor Humberto Hugo Sisnando C. de Oliveira, que ainda no ensino médio me mostrou que a Física é uma ciência fascinante, faz parte do nosso cotidiano e pode ser acessível a todos, comecei o curso de Licenciatura em Física almejando ser uma profissional como ele. Agradeço aos professores José Francisco Xavier de Mendonça, Marcelo Ricardo Xavier de Mendonça, Sérgio Cavalieri de Oliveira e Marcos Fernando Ribas Cerqueira *(in memoriam),* que acreditaram na minha capacidade e permitiram que eu vivesse várias experiências no ambiente escolar e conseqüentemente a realização deste trabalho. Agradeço também, com muito carinho, aos amigos que me incentivaram e ajudaram na realização deste e de outros trabalhos, Sandra Saldanha Franchin e José Conceição.

Não poderia deixar de agradecer aos meus pais, que sempre me apoiaram e torceram por mim, ao meu irmão que é carinhoso comigo e vibra com cada passo da minha formação, minha avó que sempre pediu a Deus que me guardasse quando eu freqüentava a universidade a noite e ao meu marido que é fundamental para o meu equilíbrio. Ao professor Vitorvani Soares, meu orientador, um educador, que me mostrou que mesmo os conceitos e teorias mais elaborados podem ser aprendidos com tranqüilidade quando trabalhados com carinho. Finalmente, gostaria de também agradecer a banca de professores responsáveis pela leitura do trabalho.

ÍNDICE

RESUMO 6

1. INTRODUÇÃO 7

2. ASPECTOS DIDÁTICOS 10

3. O JOGO. 13

3.1 CONSTRUÇÃO DO TABULEIRO E REGRAS DO JOGO. 13
3.2 RELAÇÃO DO JOGO COM O MOVIMENTO UNIFORME 15
3.3 VAMOS JOGAR! 16
3.4 VARIAÇÕES DO JOGO 22
3.4.1 O jogo e o movimento uniformemente variado. 22
3.4.2 O jogo, cinemática e dinâmica. 24

4. UTILIZAÇÃO DO JOGO. 25

4.1 O QUESTIONÁRIO 25
4.2 ANÁLISE DAS RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO: 26
4.3 A TURMA JOGANDO 27
4.4 O RESULTADO DA DINÂMICA 28

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS 29

REFERÊNCIAS 30

Resumo

Neste trabalho, apresentamos uma estratégia para diminuir a aversão que a maioria dos alunos do nono ano do ensino fundamental e alunos do ensino médio apresentam à Física. O ensino de Física ainda se apresenta, em sua maioria, planificado nos livros, longe de contextualizações e experimentação, o que contribui para o desinteresse dos alunos pela ciência. Esse trabalho fala da importância do lúdico e mostra uma de suas aplicações.

Quando se pretende ensinar Física é importante enfatizar o fenômeno físico, os conceitos associados e apresentar o assunto com formalismo, mas sem rigidez. Desta maneira o aluno se sentirá à vontade e o aprendizado fluirá. Pensando em quebrar a rigidez e começar a falar de Física de uma maneira descontraída é que proponho um jogo para introduzir os conceitos da cinemática.

Desenvolvi um jogo que associa elementos estudados em cinemática e facilita o entendimento do movimento uniforme. Esses elementos já fazem parte do cotidiano desses alunos mesmo sem eles terem percebido. O lúdico pode desmistificar do ensino de Física, sem perder o rigor do conhecimento. O jogo deve ser utilizado para simular o movimento de alguns móveis, permitindo determinar algumas grandezas, como a velocidade e a variação do móvel, substituindo outros experimentos menos acessíveis aos alunos do Ensino Médio.

Os alunos participam do jogo prestando atenção no que está acontecendo a cada jogada, observando o movimento das peças no tabuleiro e associando ao movimento de um móvel qualquer. Desta forma, os conceitos apresentados nas aulas tradicionais de cinemática passam a ter sentido: os alunos percebem o significado da velocidade, o que quer dizer variação de posição e até mesmo o conceito de aceleração.

1. Introdução

Entre os problemas que afetam a relação ensino-aprendizagem hoje, chamamos atenção para a dificuldade das práticas de aula conseguirem atrair o interesse da maior parte dos alunos. Vários fatores colaboram para dificultar a tarefa dos educadores no sentido de estimular a curiosidade e fundamentalmente o prazer do conhecimento. Podemos citar a atração que a mídia exerce sobre a nossa sociedade, impondo uma incrível velocidade no processo de informação. A possibilidade cada vez maior de acessar novos dados colabora para que as práticas tradicionais fiquem verdadeiramente maçantes e ultrapassadas.

Partindo da necessidade de buscar elementos que motivem o interesse pelo aprendizado, desenvolvi um trabalho baseado no lúdico, que atrai os alunos pelo simples fato de sair do convencional e permite uma maior interação com a realidade vivenciada por eles. A utilização dos jogos no ensino das ciências já vem sendo bastante aplicada, é uma das tentativas de desmistificar o ensino delas.

No Departamento de Educação do Instituto de Biociências da Unesp (Campus Botucatu) [1] foram desenvolvidos jogos didáticos para o ensino de biologia. Um deles utiliza um tabuleiro semelhante ao do nosso jogo. Trata-se de um tabuleiro desenhado com base no cladograma da evolução dos vertebrados, onde ao visualizar o tabuleiro os alunos têm uma visão geral de toda a evolução desde tempos remotos até a época atual. Nesse "cladograma" os jogadores têm que se movimentar ao longo do tempo geológico, passando por todas as evoluções e vivenciando o que aconteceu com cada grupo de vertebrados.

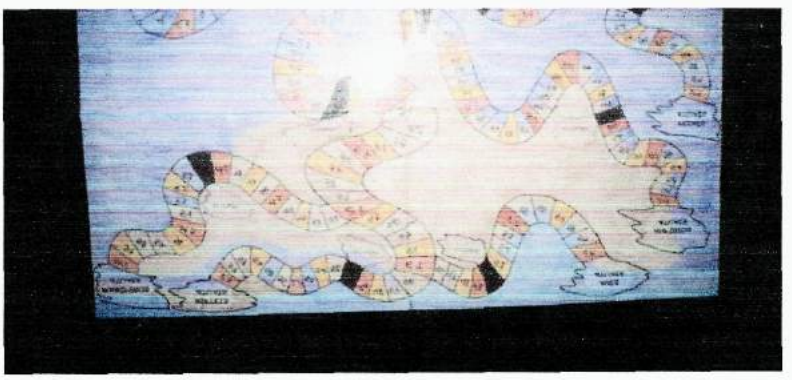

Figura 1. Tabuleiro do jogo desenvolvido no Departamento de Educação do Instituto de Biociências da Unesp (Campus Botucatu).

No CINTED-UFRGS, foi desenvolvido um software educativo composto por um jogo que aborda o tema radioatividade. Este jogo, intitulado "URÂNIO 235", apresenta os seguintes conteúdos de química do programa do ensino médio: Matéria; Modelos Atômicos; Estados Físicos da Matéria; Misturas e Separações; Tabela Periódica; Ligação Química; Funções Químicas; Reações Químicas; e, obviamente, Radioatividade.

Segundo a explicação no sítio eletrônico do CINTED-UFRGS:

> *"Com a finalidade de mostrar que a ciência, principalmente a química, não é algo de outro planeta, é que foi desenvolvido este 'software'. É possível aprender química! [...] Este jogo foi feito para que os estudantes de primeiro e segundo grau [sic] adquiram uma noção de química, e aprendam alguns conceitos básicos."* [2]

O Centro Multidisciplinar para o Desenvolvimento de Materiais Cerâmicos (CMDMC), do Instituto de Química da Unesp, campus de Araraquara, também desenvolveu recentemente o software "Chemical Sudoku", uma adaptação do milenar jogo oriental sudoku, que estimula o raciocínio e apresenta conceitos da tabela periódica de maneira lúdica e interativa. [3]

No Departamento de Educação do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (Campus Claro), foram desenvolvidas várias oficinas pedagógicas para o ensino de Física cujo objetivo é exposto no sítio eletrônico do CECEMCA (Centro de Educação Continuada em Educação Matemática, Científica e Ambiental) da seguinte forma:

> *"As oficinas de construção de materiais experimentais têm como objetivo dar suporte aos professores em suas aulas, aumentando o repertório de recursos didáticos para o ensino. A utilização de experimentos em sala de aula, seja como construção, manuseio ou até mesmo como demonstração é, com certeza, uma forma de tornar a aula muito mais interessante, não só para o aluno, mas também mais prazerosa para o professor, pois este percebe o envolvimento do aluno na realização dessas atividades."*

As oficinas possuem um caráter lúdico e tem como foco principal despertar o interesse dos alunos por diversos fenômenos físicos. Os experimentos são construídos utilizando materiais de baixo custo, o que reforça a intenção de fazer com que conhecimentos científicos sejam mais acessíveis.

A proposta do trabalho que apresentamos nesta monografia é a utilização de um jogo para apresentação de conceitos da cinemática. Experimentos em cinemática que permitem quantificar a velocidade ou a aceleração dos móveis são relativamente caros. Materiais de laboratório necessários para realização de experimentos que possibilitam medir algumas grandezas cinemáticas, tais como trilhos de ar, centelhadores e fita termo sensível não são fornecidos nas escolas de ensino médio.

Podemos fazer apresentações que mostram móveis em movimento uniforme ou em movimento uniformemente variado, mas dificilmente poderemos determinar a velocidade ou a aceleração desses móveis. Proponho então, um jogo para que essas medidas sejam feitas para um móvel que se desloca em um tabuleiro, onde cada casa é uma unidade de deslocamento e que em cada jogada um dado determina quantas unidades de tempo estão se passando. No lugar de pura abstração (ler um problema e imaginar a situação), fazemos uma comparação da situação simulada pelo jogo, que é concreto, com a situação proposta por um problema de cinemática. Atividades lúdicas, como a proposta desse trabalho, podem conduzir os alunos ao aprendizado sendo aplicadas mesmo antes de se enveredar pelos trâmites teóricos.

É importante que antes da utilização do jogo se faça uma investigação, através de bate-papo ou questionário informal, para perceber o que os alunos envolvidos na proposta já sabem sobre cinemática. O que os alunos trazem como verdade adquirida pelo senso comum? Quais os conceitos da cinemática que já fazem parte do cotidiano desses alunos e eles ainda não perceberam? A partir desses dados podemos interagir com os alunos durante o jogo e esclarecer dúvidas sobre algumas situações do cotidiano tais como, por exemplo, as indicações de limite de velocidade das estradas. O jogo deve funcionar como um simulador, permitindo inclusive, mensurar algumas grandezas que não podem ser mensuradas com tanta facilidade no cotidiano.

O estudo da cinemática deve proporcionar ao aluno identificar e entender a evolução dos movimentos que ele realiza e que os outros seres ou objetos realizam também. É importante a percepção das grandezas tempo e posição e a variação de uma em função da outra. Ao longo de uma partida do jogo que está sendo proposto, esses conceitos podem ser discutidos e até mesmo mensurados para um móvel que se desloca no tabuleiro.

Para a descrição detalhada da utilização do jogo, organizamos o texto da seguinte maneira: Inicialmente, no Capítulo 1, descrevemos os aspectos didáticos que motivaram esse trabalho. No Capítulo 2 apresentamos o jogo, e em seguida, no Capítulo 3, falamos sobre a utilização do jogo com uma turma do nono ano do ensino fundamental. Terminamos esta monografia com nossas considerações finais.

2. Aspectos didáticos

Muitos alunos do nono ano (oitava série) do ensino fundamental ou alunos do ensino médio têm aversão à Física. Antes mesmo de eles terem contato com os conceitos da Física, eles dizem não serem capazes de entendê-los. Muitas das vezes os alunos ouvem de alguns familiares e amigos que trata-se de uma ciência muito complicada, que envolve muitos cálculos e fórmulas e já criam um bloqueio que dificulta a assimilação das teorias físicas que lhe são apresentadas.

É necessário perceber como é possível falar sobre os fenômenos físicos utilizando a matemática apenas como ferramenta. O aluno deve primeiro de encantar pela possibilidade de identificar os fenômenos e depois, já estimulado pela curiosidade, aprofundar-se nos conceitos.

É importante perceber que a Física está presente no cotidiano, que aprendemos sobre essa ciência muito cedo, mesmo sem percebermos. O professor de Física deve fazer o aluno entender que a Física não é uma ciência que trata de assuntos distantes da sua realidade. Simplesmente ela tenta explicar diversos fenômenos que fazem parte da nossa vida. É explicando os fenômenos naturais e as tecnologias já desenvolvidas pelo homem que podemos capacitar mais pessoas para entender fenômenos que ainda não conhecemos bem e para desenvolver novas tecnologias.

Segundo os PCN+Ensino Médio-Física:

> *"Antes se desejava transmitir conhecimentos disciplinares padronizados, na forma de informações e procedimentos estanques; agora se deseja promover competências gerais, que articulem conhecimentos, sejam estes disciplinares ou não."* [4]

Mas, como fazer o aluno se encantar pela física? Uma lousa repleta de fórmulas não é nada atraente, pelo menos a primeira vista. Fazer o aluno se encantar pela Física ou por qualquer outra ciência não tem sido uma tarefa muito fácil, talvez por muitas das vezes não estarmos fazendo da maneira correta. Não podemos esquecer, principalmente quando se está dentro de uma sala de aula, que podemos acessar, fora dela, novas informações com muita agilidade. A sala de aula não é o único e nem o mais agradável acesso à informação e fora dela podemos escolher acessar a informação que desejarmos, que não necessariamente está de acordo com o conteúdo programático escolar. Então o professor deve ser criativo para atrair a atenção desses alunos para os conteúdos apresentados em sala de aula. E é por isso que julgo importante a utilização de propostas como a desse trabalho.

Em sala de aula eu explicava:

— O corpo está realizando uma trajetória retilínea, com velocidade constante de 3 m/s. Qual foi o deslocamento desse móvel em 4 segundos?

Alguns alunos franziam a testa, algumas expressões eram de dor. A interrogação pesava sobre algumas "cabecinhas", era como se eu falasse um idioma que eles não conheciam. Até que um aluno, disse:

— Professora, repete para eu tentar imaginar.

Neste momento percebi a necessidade de concretizar o problema. Olhei para o chão e percebi o piso quadriculado da sala de aula e nele imaginei uma trilha. Chamei um aluno para me ajudar na tarefa e expliquei:

— Marcarei o passar do tempo batendo palmas. Cada vez que eu bater palmas o colega que está me ajudando pulará 3 pisos.

E assim fizemos. Após eu bater palmas 4 vezes propus que contássemos quantos pisos o aluno tinha pulado ao total. O resultado foi imediato. Os alunos responderam:

— O aluno pulou 12 pisos.

Então conclui:

— Quando o colega pula 3 pisos a cada batida de palma, ou seja, velocidade de 3 pisos/palma, ele consegue pular 12 pisos em 4 batidas de palma. Da mesma forma, quando um corpo qualquer se locomove com velocidade 3 m/s, consegue se deslocar 12 metros em 4 segundos.

— Agora sim!!! Se a senhora tivesse explicado assim desde o início agente já teria entendido.

Então, naquele momento, percebi que " o pulo do gato" era, sempre que possível, concretizar os problemas. Os alunos do ensino fundamental e do ensino médio não têm muita facilidade para abstrair. A sala de aula que eu utilizava tinha o piso quadriculado, mas poderia não ter. Eu precisava desenvolver um mecanismo para concretizar a situação que eu colocava para os alunos e motivá-los a aprender, sem depender do espaço físico onde a aula aconteceria. Foi por isso que elaborei o jogo.

É possível que o aluno goste do jogo, que através dele reconheça movimentos que fazem parte do seu cotidiano e a proposta de entender melhor esses movimentos, escrever uma equação que os descreva e até construir gráficos desses movimentos deixe de ser uma coisa "sem sentido" para o aluno, pois ele já terá se familiarizado com o assunto. As fórmulas que aparecerem na lousa terão a função de explicar alguma coisa do interesse dele, logo já podem inclusive ser atraentes. O jogo é só uma ferramenta que o professor utilizará e aperfeiçoará de acordo com o interesse de seus alunos.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio.

> *"O ensino de Física tem-se realizado freqüentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado. Privilegia a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual da abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos. Enfatiza a utilização de fórmulas, em situações artificiais, desvinculando a linguagem matemática que essas fórmulas representam de seu significado físico efetivo."[5]*

Os PCNs+ **reforçam a necessidade de considerar o mundo vivencial em que o jovem está inserido, sua concepção de mundo e modelos intuitivos que ele traz em sua bagagem cultural.**

"A nova escola de ensino médio não há de ser mais um prédio, mas um projeto de realização humana, recíproca e dinâmica, de alunos e professores ativos e comprometidos, em que o aprendizado esteja próximo das questões reais..."

Simulando situações reais é que o jogo proposto neste trabalho também contempla a possibilidade de desenvolver nos alunos as habilidades e competências determinadas nos PNCs.

" Estudar os movimentos requer, inicialmente, identificá-los, classificá-los, aprendendo formas adequadas para descrever movimentos reais, de objetos - carros, animais, estrelas ou outros."[6]

" Identificar diferentes movimentos que se realizam no cotidiano e as grandezas relevantes para sua observação (distâncias, percursos, velocidade, massa, tempo, etc.) buscando características comuns e formas de sistematizá-los (segundo trajetórias, variações de velocidade etc.)"

3. O jogo.

O jogo é uma ferramenta pedagógica que motiva e estimula o raciocínio lógico podendo ser utilizado para levantar questionamentos e trabalhar idéias relacionadas a situações cotidianas. Johan Huizinga, antigo reitor da Universidade de Leyden, Hollanda, defende no seu texto clássico "Homo Ludens" que o jogo corresponde a uma das noções mais primitivas e profundamente enraizadas em toda a realidade humana. [7]

O jogo e sua noção, segundo Huizinga,é mais primitivo do que a cultura, pois faz parte daquelas coisas em comum que o homem partilha com os animais.

> *"Play is older than culture, for culture, however inadequately defined, always presupposes human society, and animals have not waited for man to teach them their playing."*

Gilda Rizzo, enfatiza a função emotiva do jogo, que é um elo entre o aprender e o prazer:

> *"Importância do jogo.*
>
> *A construção da inteligência é sempre resultante da coordenação de ações realizados com o sentido de buscar formas e esquemas de adaptação a problemas gerados pelo meio ambiente. As emoções do jogo geram necessidades de ordem afetiva e é a afetividade a mola dessas ações.[...] O jogo motiva e por isso é um instrumento muito poderoso na estimulação da construção de esquemas de raciocínio, através de sua ativação.[...]*
>
> *O interesse por qualquer atividade lúdica produz como resposta o empenho de forças, ação intencional em alguma direção ou propósito, fato essencial para produzir a construção de esquemas racionais, gradativamente mais aperfeiçoados. ..." [8]*

3.1 Construção do tabuleiro e regras do jogo.

A construção do tabuleiro do jogo é muito simples. Basta construir uma trilha e dividí-la em aproximadamente 200 casas. É interessante que nessa trilha hajam curvas para que possamos aproveitá-las para falar do caráter vetorial da velocidade. É necessário comprar ou confeccionar 2 dados e alguns " pinos"(um para cada jogador), para se locomoverem na trilha.

Para decidir quem começará a jogar, os jogadores devem lançar os dois dados, o primeiro será quem obtiver maior soma, e assim sucessivamente. O menor valor apresentado pelos dados será o fator de multiplicação (FM) e o menor valor apresentado pelos dados indica por qual casa o jogador começará.

A cada cinco jogadas o fator de multiplicação deve ser definido novamente através do lançamento de um dado. Depois de definido o FM das cinco primeiras partidas o jogo pode começar. Os jogadores lançam um dado e multiplicam o valor obtido pelo FM, determinando assim quantas casas vão pular. Vence quem chegar ao final da trilha em menos tempo.

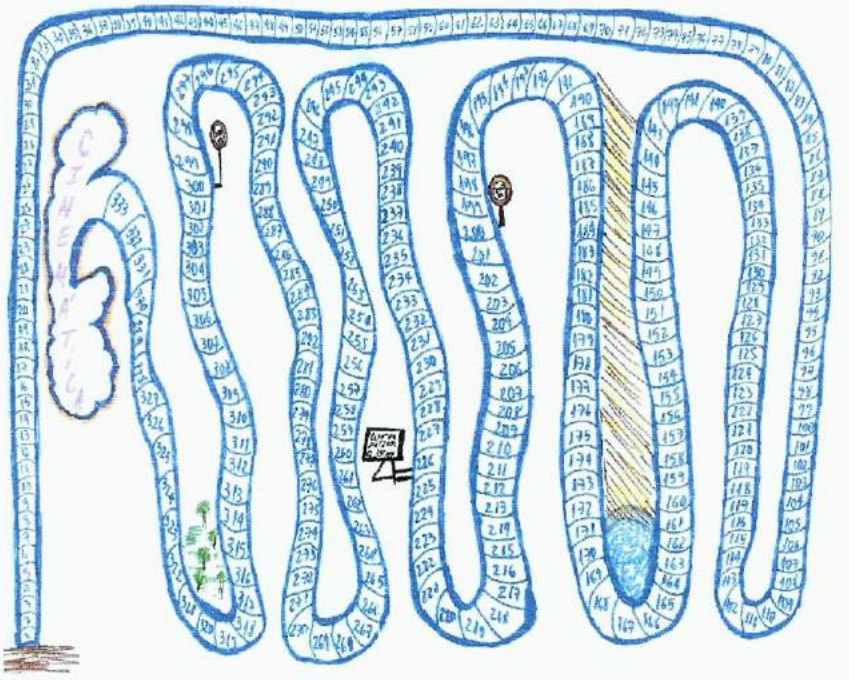

Figura 2. Esta figura representa o tabuleiro do jogo empregado nas atividades com os alunos, no Colégio Futuro VIP.

Ao longo da partida cada jogador deverá completar uma tabela como a mostrada a seguir:

Tabela 1. Tabela básica para o jogo.

	Casa inicial				
Jogada	**Fator de multiplicação**	**Valor obtido através do dado**	**Acúmulo de valores obtidos pelo dado**	**Número de casas que andou**	**Casa avançada**
1ª					
2ª					
3ª					
4ª					
5ª					

Após jogar e completar a tabela os alunos devem construir gráficos (casa alcançada vs. acúmulo de valores obtidos pelo dado) verificando que trata-se de uma função do primeiro grau.

3.2 Relação do jogo com o movimento uniforme

Os alunos devem ser conduzidos a comparar a dinâmica do jogo com o movimento uniforme realizado por um móvel qualquer.

Vamos considerar que a cada jogada, o dado lançado determina o intervalo de tempo que se passa durante essa jogada, cada casa no tabuleiro representa uma unidade de deslocamento e o FM. representa a velocidade do móvel, que será constante durante 5 jogadas.

Exemplo:

Considere que cada casa no tabuleiro representa o comprimento de 1 m e que cada unidade obtida pelo dado representa 1s, conseqüentemente o FM representará quantos metros serão avançados a cada segundo (velocidade em metros por segundo).

Vamos representar na tabela as jogadas de uma pessoa que ao início da partida lançou os dois dados obtendo 4 e 6. Sendo assim, o jogador começou na 6ª casa e as suas cinco primeiras jogadas aconteceram com a velocidade de 4 m/s. A coluna de variação temporal é composta pelos valores obtidos pelo dado e a coluna da variação de posição é compostas pelo número de casas avançadas a cada partida.

Suponhamos que os valores obtidos nas cinco primeiras jogadas foram: 2, 3, 5, 6 e 4. Após as cinco primeiras jogadas o jogador lançou novamente o dado que determina a velocidade, obtendo 2 unidades, logo a velocidade das cinco jogadas seguintes foi 2 m/s.

Suponhamos que os valores obtidos nas 3 jogadas seguintes foram: 3, 5, 2.

Tabela 2. Tabela aplicada ao movimento uniforme.

	Posição inicial: 6 m				
Jogada	**Velocidade (m/s)**	**Variação temporal (s)**	**Tempo total de percurso (s)**	**Variação da posição (m)**	**Posição alcançada (m)**
1	4	2	2	8	14
2	4	3	5	12	26
3	4	5	10	20	49
4	4	6	16	24	70
5	4	4	20	16	86
6	2	3	23	6	92
7	2	5	28	10	102
8	2	2	30	4	106

Durante as jogadas é importante chamar atenção para a posição que o móvel está ocupando, qual será o deslocamento do móvel e qual será a posição ocupada após o deslocamento; ressaltar o significado da velocidade, fazendo o aluno perceber, por exemplo, que quando um móvel se locomove com velocidade de 4 m/s, a sua posição varia 4 metros a cada segundo. Essa informação pode ficar mais clara ao observar o movimento das peças no tabuleiro.

É também interessante comentar a variação da velocidade a cada 5 jogadas e lembrar que poderíamos realizar uma variação de velocidade de forma linear, ou seja, não fazer com que a variação da velocidade fosse determinada pelo dado e sim que variasse sempre um mesmo valor a cada 5 jogadas. Neste momento também podemos introduzir o conceito de aceleração e ressaltar que não se trata apenas de aumento do módulo da velocidade e sim da variação da mesma.

O tabuleiro do jogo deve ser desenhado com algumas curvas e o professor pode comentar o caráter vetorial da velocidade, falar sobre a existência da aceleração centrípeta, mesmo sem mensurá-la, para o objeto que se move no tabuleiro.

3.3 Vamos Jogar!

Para que a dinâmica do jogo fique melhor explicada, vamos simular uma partida entre dois jogadores em um tabuleiro de apenas 200 casas.

Jogadores: Humberto e Sandra.

Humberto lança os dados obtendo 4 e 3 e Sandra lança os dados obtendo 6 e 2. Sandra é quem começa a jogar pois a soma dos valores obtidos pelos dados lançados por ela é maior que a soma dos valores obtidos pelos dados lançados por Humberto.

A velocidade do móvel de Humberto, nas 5 primeiras jogadas, será 3 m/s e a posição inicial 4 m. A velocidade do móvel de Sandra, nas 5 primeiras jogadas, será 2 m/s e a posição inicial 6 m.

Condições iniciais:

Tabela 3. Condições iniciais da partida simulada.

JOGADOR	POSIÇÃO INICIAL	VELOCIDADE
SANDRA	6,0 m	2,0 m/s
HUMBERTO	4,0 m	3,0 m/s

As tabelas seguintes se referem aos valores obtidos pelos dados a cada jogada e a respectiva movimentação das peças no tabuleiro.

Tabela 4. Primeira jogada.

JOGADOR	Valores sorteados	Velocidade (m/s)	Variação temporal (s)	Tempo total de percurso (m)	Posição anterior (m)	Variação da posição (m)	Posição alcançada (m)
SANDRA	6	2	6	6	6	12	18
HUMBERTO	4	3	4	4	4	12	16

Tabela 5. Segunda jogada.

JOGADOR	Valores sorteados	Velocidade (m/s)	Variação temporal (s)	Tempo total de percurso (m)	Posição anterior (m)	Variação da posição (m)	Posição alcançada (m)
SANDRA	4	2	4	10	18	8	26
HUMBERTO	2	3	2	6	16	6	22

Tabela 6. Terceira jogada.

JOGADOR	Valores sorteados	Velocidade (m/s)	Variação temporal (s)	Tempo total de percurso (m)	Posição anterior (m)	Variação da posição (m)	Posição alcançada (m)
SANDRA	1	2	1	11	26	2	28
HUMBERTO	6	3	6	12	22	18	40

Tabela 7. Quarta jogada.

JOGADOR	Valores sorteados	Velocidade (m/s)	Variação temporal (s)	Tempo total de percurso (m)	Posição anterior (m)	Variação da posição (m)	Posição alcançada (m)
SANDRA	4	2	4	15	28	8	36
HUMBERTO	2	3	2	14	40	6	46

Tabela 8. Quinta jogada.

JOGADOR	Valores sorteados	Velocidade (m/s)	Variação temporal (s)	Tempo total de percurso (m)	Posição anterior (m)	Variação da posição (m)	Posição alcançada (m)
SANDRA	5	2	5	20	36	10	46
HUMBERTO	3	3	3	17	46	9	55

Humberto está a frente de Sandra, mas agora é momento de definirmos a velocidade das próximas 5 jogadas.

Humberto lança o dado obtendo 4 e Sandra obtém 6.

Condições para as próximas 5 jogadas:

Tabela 9. Novas condições para a partida simulada.

JOGADOR	POSIÇÃO NA 5ª JOGADA	VELOCIDADE
SANDRA	46 m	6,0 m/s
HUMBERTO	55 m	4,0 m/s

Tabela 10. Sexta jogada.

JOGADOR	Valores sorteados	Velocidade (m/s)	Variação temporal (s)	Tempo total de percurso (m)	Posição anterior (m)	Variação da posição (m)	Posição alcançada (m)
SANDRA	2	6	2	22	46	12	58
HUMBERTO	5	4	5	22	55	20	75

Tabela 11. Sétima jogada.

JOGADOR	Valores sorteados	Velocidade (m/s)	Variação temporal (s)	Tempo total de percurso (m)	Posição anterior (m)	Variação da posição (m)	Posição alcançada (m)
SANDRA	6	6	6	28	58	36	94
HUMBERTO	3	4	3	25	75	12	87

Tabela 12. Oitava jogada.

JOGADOR	Valores sorteados	Velocidade (m/s)	Variação temporal (s)	Tempo total de percurso (m)	Posição anterior (m)	Variação da posição (m)	Posição alcançada (m)
SANDRA	1	6	1	29	94	6	100
HUMBERTO	5	4	5	30	87	20	107

Tabela 13. Nona jogada.

JOGADOR	Valores sorteados	Velocidade (m/s)	Variação temporal (s)	Tempo total de percurso (m)	Posição anterior (m)	Variação da posição (m)	Posição alcançada (m)
SANDRA	4	6	4	33	100	24	124
HUMBERTO	2	4	2	32	107	8	115

Tabela 14. Décima jogada.

JOGADOR	Valores sorteados	Velocidade (m/s)	Variação temporal (s)	Tempo total de percurso (m)	Posição anterior (m)	Variação da posição (m)	Posição alcançada (m)
SANDRA	3	6	3	36	124	18	142
HUMBERTO	1	4	1	33	115	4	119

Novamente vamos determinar a velocidade dos móveis.

Humberto lança o dado obtendo 2 e Sandra obtém 5.

Condições para as próximas 4 jogadas:

Tabela 15. Novas condições para a partida simulada.

JOGADOR	POSIÇÃO NA 10ª JOGADA	VELOCIDADE
SANDRA	142 m	2,0 m/s
HUMBERTO	119 m	5,0 m/s

Tabela 16. Décima jogada.

JOGADOR	Valores sorteados	Velocidade (m/s)	Variação temporal (s)	Tempo total de percurso (m)	Posição anterior (m)	Variação da posição (m)	Posição alcançada (m)
SANDRA	6	2	6	42	142	12	154
HUMBERTO	5	5	5	38	119	25	144

Tabela 17. Décima jogada.

JOGADOR	Valores sorteados	Velocidade (m/s)	Variação temporal (s)	Tempo total de percurso (m)	Posição anterior (m)	Variação da posição (m)	Posição alcançada (m)
SANDRA	5	2	5	47	154	10	164
HUMBERTO	4	5	4	42	144	20	164

Tabela 18. Décima jogada.

JOGADOR	Valores sorteados	Velocidade (m/s)	Variação temporal (s)	Tempo total de percurso (m)	Posição anterior (m)	Variação da posição (m)	Posição alcançada (m)
SANDRA	4	2	4	51	164	8	172
HUMBERTO	5	5	5	47	164	25	189

Tabela 19. Décima jogada.

JOGADOR	Valores sorteados	Velocidade (m/s)	Variação temporal (s)	Tempo total de percurso (m)	Posição anterior (m)	Variação da posição (m)	Posição alcançada (m)
SANDRA	6	2	6	55	172	12	184
HUMBERTO	3	5	3	50	189	15	204

Na décima quarta jogada, Humberto vence o jogo, pois atinge o final da trilha antes de Sandra. Vamos representar os gráficos da posição vs. instante de tempo e da velocidade vs. instante de tempo que Humberto e Sandra constroem de acordo com as jogadas.

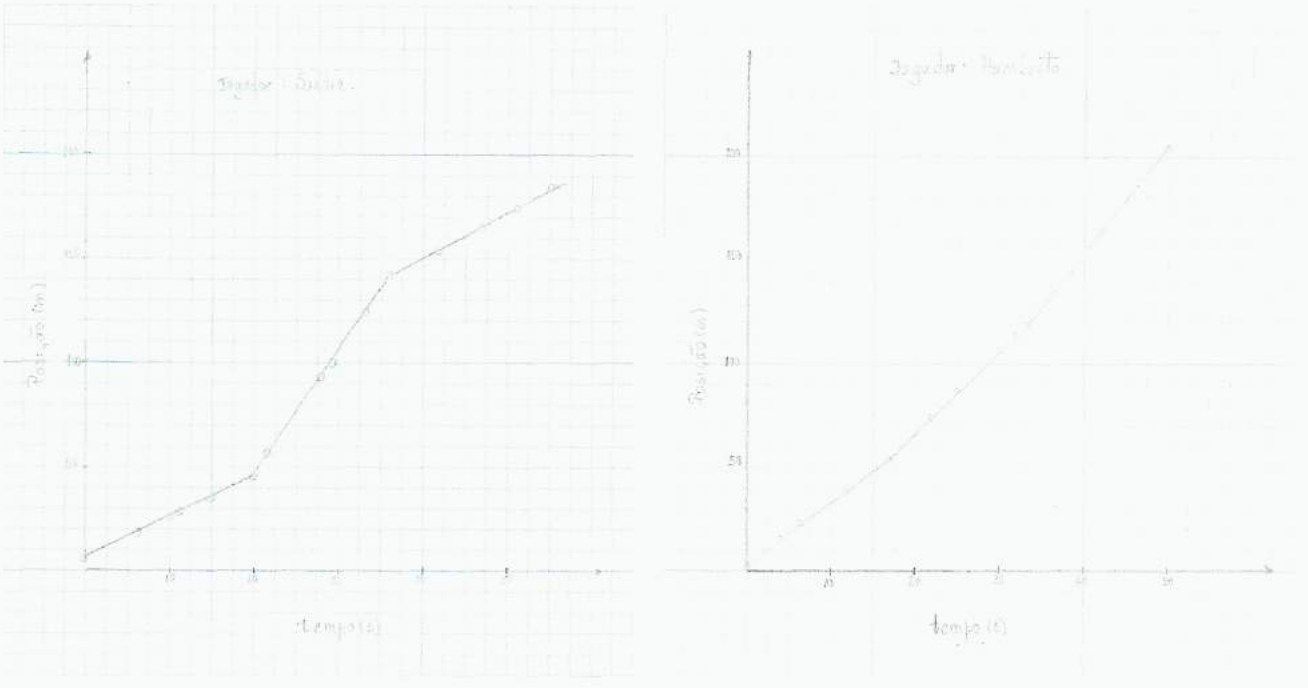

Figura 3. Gráficos da posição vs. instante de tempo da partida simulada.

Com os dados do jogo os alunos constroem um gráfico da posição vs. instante de tempo e podem perceber que a posição varia linearmente com o tempo. É interessante mostrar também que a inclinação da reta que representa o movimento depende da velocidade. Na descrição do movimento, pode fazer muita diferença visualizar graficamente que quanto maior a velocidade maior será o deslocamento. Podemos ainda falar que o coeficiente angular da reta obtida é numericamente igual a velocidade do objeto que se desloca.

A cada cinco jogadas a velocidade é redefinida aleatoriamente. Este é um componente do jogo que permite falar dos movimentos nos quais a velocidade não é constante, como a velocidade pode variar e quais seriam as implicações de uma variação linear da velocidade (M.U.V.). A construção do gráfico da velocidade vs. instante de tempo também é importante para a comparação da área sob a curva com o deslocamento executado pelo móvel.

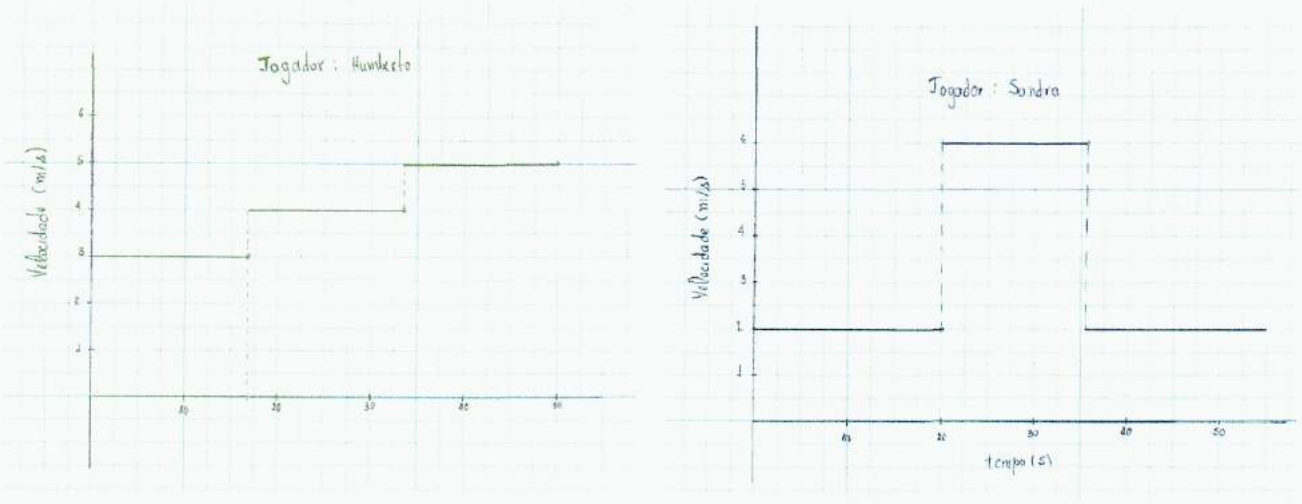

Figura 4. Gráficos da velocidade vs. instante de tempo da partida simulada.

3.4 Variações do jogo

O jogo admite variações que podem torná-lo uma ferramenta mais potente.

3.4.1 O jogo e o movimento uniformemente variado.

Podemos utilizar um tabuleiro semelhante para movimentar peças que se desloquem com aceleração constante e diferente de zero (M.U.V.), mas as regras do jogo se tornam mais complicadas e a utilização do tabuleiro convencional não seria ideal.

Para utilizar o jogo com o movimento uniformemente variado, o ideal seria criar um software que trabalhasse com esse jogo.

Para facilitar vamos trabalhar com um móvel que parte do repouso. Neste caso teremos:

$$\Delta S = \frac{a}{2} t^2 , \qquad (1)$$

ou seja, temos o deslocamento dado pelo semi-produto da aceleração pelo quadrado do tempo decorrido desde o início do movimento.

Permitiremos, no caso do tabuleiro tradicional, a utilização de uma calculadora para auxiliar nesses cálculos.

Vamos então substituir $a/2$ por m, que será chamado de multiplicador e será mencionado nas regras do jogo para "M.U.V.".

Então, no início da partida cada jogador definirá através do lançamento de um dado, ou de outro dispositivo no caso do tabuleiro virtual, qual será o seu multiplicador.

A posição que o móvel alcançará será dada pelo produto do quadrado do instante de tempo em que o jogador se encontra, pelo seu multiplicador. A cada jogada o jogador deverá primeiramente se localizar no tempo, pois o instante de tempo que ele vivencia em cada jogada é a soma do valor obtido no dado nesta jogada com o instante de tempo vivido na jogada anterior, para depois se localizar no espaço.

O jogador também deve jogar completando uma tabela como a mostrada abaixo. No caso do software, cada linha da tabela deve ser completada pelo programa assim que um dispositivo determine a variação temporal da jogada.

Tabela 20. Tabela aplicada ao movimento uniforme.

	Posição inicial:			Multiplicador:	
Jogada	**Variação temporal (s)**	**Tempo total de percurso t (s)**	**t^2 (s)**	**Deslocamento (m)**	**Posição alcançada (m)**
1					
2					
...					

Simulando 8 jogadas de um dos jogadores que disputa uma partida, temos a seguinte tabela:

Tabela 21. Tabela aplicada ao movimento uniforme.

	Posição inicial: 4 m			Multiplicador: 3	
Jogada	**Variação temporal (s)**	**Tempo total de percurso t (s)**	**t^2 (s)**	**Deslocamento (m)**	**Posição alcançada (m)**
1	2	2	4	12	12
2	3	5	25	75	87
3	5	10	100	300	387
4	6	16	256	768	1155
5	4	20	400	1200	2355
6	2	22	484	1452	3807
7	3	25	625	1875	5682
8	1	26	676	2028	7710

Observando a tabela é fácil perceber que a dificuldade de trabalhar com um tabuleiro convencional está na quantidade de casas que a trilha deverá possuir. A escolha da escala

adequada para traçar o gráfico do movimento pode ser considerada uma outra barreira para a utilização do jogo para o movimento uniformemente variado ou considerado um ótimo fator que estimule o desenvolvimento da habilidade de escolher corretamente uma escala para traçar o gráfico.

3.4.2 O jogo, cinemática e dinâmica.

Na versão do jogo que a proposta desse trabalho prioriza, para trabalhar conceitos do movimento uniforme, a velocidade, a posição inicial e a variação temporal de cada partida são determinadas aleatoriamente pelo lançamento de dados. Se desejarmos trabalhar conceitos de dinâmica poderíamos utilizar cartas, contendo informações sobre ativação do mecanismo de aceleração do móvel, informações sobre colisões que esse móvel poderia sofrer, informação sobre a mudança da trajetória e outras informações de acordo com os possíveis acontecimentos durante um percurso realizado por um móvel real. Essas informações deveriam estar, nas mesmas cartas, vinculadas a variação na velocidade que esses acontecimentos implicariam.

Exemplos:

Neste momento discutimos com os alunos a técnica de linearização desta curva, empregando logaritmos. Logaritmos é matéria de 1ª série do ensino médio assim como as leis de Kepler, logo podemos dar uma maior motivação aos alunos quando estes ficam sabendo da utilidade de ferramentas matemáticas na física, astronomia ou outras áreas.

Curva perigosa! Reduza a velocidade à metade.	Você precisa chegar ao seu destino em pouco tempo. Esta pista permite aumento da velocidade. Dirija com cautela, mas pode aumentar a velocidade em 5m/s.	Óleo na pista! Mantenha uma distância segura do veículo que está a sua frente. Volte 5 casas e reduza a velocidade em 4m/s, sem frear bruscamente.

Figura 5. Cartões empregados no jogo para por em evidência as causas do movimento do móvel.

Nesta versão do jogo, o professor pode aproveitar cada carta retirada por um aluno para explicar um fenômeno que provavelmente não foi percebido pelo aluno. É possível trabalhar, utilizando esse jogo como ferramenta, as leis de Newton, colisões, força centrípeta e outros conceitos da Física.

4. Utilização do jogo.

Em 2004, tive a oportunidade de apresentar o jogo a uma turma de nono ano do ensino fundamental (oitava série), aplicando-o ao movimento uniforme.

O colégio que permitiu a aplicação do jogo foi um colégio particular, Colégio Futuro de Caxias. A turma na qual o jogo foi trabalhado era uma turma de nono ano do ensino fundamental. A turma era composta por 54 alunos, faixa etária 13 a 15 anos. Era o primeiro ano que os alunos tinham aulas de Física e tinham um conteúdo programático de Física a ser cumprido ao longo do ano, pois este colégio não deixa a cargo de um único professor de ciências a tarefa de apresentar conceitos de Química e Física para o nono ano e sim opta por dividir a disciplina ciências e sim, dividir em três frentes: Química, Física e Biologia. Cada uma das frentes é trabalhada por um professor da área.

Pretendendo apresentar para os alunos dessa turma conceitos do movimento uniforme, preparei um questionário para avaliar o conhecimento que eles tinham sobre o assunto. Minha intenção era verificar as respostas e através delas apontar durante o jogo elementos que fizessem os alunos refletirem sobre o que responderam.

4.1 O Questionário

1) Suponha que você está dentro de um ônibus, indo para a escola, atrasado. O motorista lhe beneficiará aumentando ou diminuindo a velocidade? Qual é a relação entre a velocidade, a distância percorrida até a escola e o tempo?

2) O que fazem os motoristas, ou qual o mecanismo acionam, quando querem aumentar a velocidade do carro que dirigem?

3) Você está viajando e passa por uma placa na estrada que indica "km 60". O que significa essa sinalização?

4) Márcia ligou seu computador à Internet. Para fazer uso dessa rede, ela paga uma taxa fixa de R$ 30,00, mais 10 centavos de Real a cada minuto de uso. O valor a ser pago por Márcia ao final do mês depende, então, do tempo que ela gasta acessando a Internet.

Complete a tabela que relaciona o valor a ser pago com o tempo de acesso à rede:

Tabela 22. Tabela aplicada ao movimento uniforme.

Tempo de acesso (em minutos)	Valor a ser pago (em Reais)
1	30 + 0,10 = 30,10
2	30 + 2x 0,10 = 30,20
3	
4	
5	
10	
15	
20	
25	

Analisei as respostas dadas pelos alunos, mas não os corrigi. Devolvi os questionários para os alunos e discutimos as respostas, dessa forma eles fizeram as correções

4.2 Análise das Respostas do Questionário:

As respostas referentes a primeira pergunta comprovavam que os alunos percebem velocidade e tempo como grandezas inversamente proporcionais. Quando falamos sobre as respostas aproveitei para trabalhar a mesma idéia mantendo constante um outro parâmetro e variando a distância, comparando por exemplo, o trajeto de casa à escola realizado por dois alunos.

Quanto a segunda pergunta, todos os alunos responderam "acelerador", e na discussão sobre as respostas perguntei-lhes: O que é aceleração? A resposta imediata e unânime foi: Aumento de velocidade. Essa resposta foi a grande chave para falarmos que acelerar é variar a velocidade, não necessariamente aumentando o seu módulo, falamos também sobre o caráter vetorial da velocidade.

Quanto à sinalização da placa, alguns alunos confundem posição com velocidade, pois não prestam atenção nas unidades de medida da grandeza que aparece na sinalização. Essa questão foi interessante para justificar a cobrança dos professores para que os alunos não esquecerem de colocar as unidades de medida quando expressam uma resposta.

A quarta questão foi importante para os alunos se familiarizarem com as funções de 1o grau, perceberem como variam, para posteriormente trabalhar com a equação do movimento uniforme.

Após esta discussão os alunos foram convidados a construir um jogo e brincar!

4.3 A turma jogando

A turma foi dividida em 11 grupos, 10 grupos com 5 alunos e 1 grupo com 4 alunos.

Desenhei o modelo do tabuleiro no quadro e pedi para que cada grupo confeccionasse o seu tabuleiro e trouxesse 2 dados e um objeto para a locomoção de cada jogador pelas casas do tabuleiro. A maioria dos grupos construiu o tabuleiro em uma folha de cartolina e fixou-o na mesa, utilizando fita adesiva, mas dois grupos construíram o tabuleiro em folha de isopor. Todos os grupos compraram os dados ao invés de confeccioná-los e os objetos para locomoção foram os mais diversos possíveis. Um dos grupos utilizou ímãs de geladeira como objetos de locomoção no tabuleiro.

A facilidade para construção do tabuleiro e o baixo custo do material são fatores importantes, pois isso significa que o jogo é acessível a todos.

Devido ao tamanho da turma, fui com eles para o refeitório do colégio, para que os grupos sentassem cada um ao redor do seu tabuleiro. Como eu já tinha explicado as regras do jogo e distribuído as tabelas para que cada aluno preenchesse com os dados das jogadas que realizava, fui me locomovendo por entre os grupos e apontando elementos nas jogadas que eram chaves para questionamentos importantes.

Perguntas feitas para os alunos e conceitos trabalhados com essas questões:

1) Se a velocidade do seu móvel é menor do que a velocidade do móvel do seu colega, como você pode estar na frente dele?

• Com esta pergunta mostrei para os alunos que a posição ocupada pelo móvel depende não só da velocidade, mas também do ponto de partida e do tempo de locomoção do móvel

2) Você está ocupando a casa do tabuleiro que indica 200 m. Isso significa que você se deslocou 200 m?

• Com esta pergunta trabalhei a diferença entre posição e deslocamento.

3) Acelerar é variar a velocidade. Se neste trecho, onde há uma curva, você manteve o módulo da velocidade constante, o móvel sofreu aceleração?

• Com esta pergunta trabalhei o caráter vetorial da velocidade

Como não tinha tempo suficiente para finalizar toda a dinâmica em sala de aula, pedi para que os alunos construíssem, cada um deles, um gráfico (posição vs. tempo) de acordo com a tabela que eles preencheram enquanto jogavam. A tarefa foi como dever de casa para que conferíssemos na próxima aula. Nesta aula eles também deveriam trazer a tabela de volta.

Alguns alunos não realizaram a tarefa da construção do gráfico (não consegui seduzir todos, mas isso já era esperado) e então pedi que acompanhassem a aula utilizando o gráfico de um colega.

Começamos a comparar a inclinação da reta obtida com os pontos dos primeiros 5 segundos coma a reta obtida com os pontos dos 5 segundos seguintes. Calculamos o coeficiente angular das retas e verificamos que estes eram numericamente iguais ao módulo da velocidade do móvel no intervalo de tempo considerado.

Analisando a tabela, pedi para os alunos atentarem para o fato da posição alcançada ser dada pela soma da posição anterior com o deslocamento efetuado pelo móvel, deslocamento este que foi dado pelo produto da velocidade do móvel pelo intervalo de tempo decorrido em cada jogada. Desta forma podemos escrever a posição em função do tempo e da velocidade da seguinte forma:

Posição = Posição anterior + velocidade **x** intervalo de tempo decorrido.

Ousei brincar com os alunos dizendo:

— O famoso $S = S_0 + v_0 t$, que tirou o sono de alguns, virou uma brincadeira para vocês.

4.4 O resultado da dinâmica

O resultado foi interessante pois como era uma brincadeira, os alunos repetiam o procedimento várias vezes, permitido a comparação de movimentos com velocidades diferentes. Foi mais simples partir para a função horária de posição do movimento uniforme pois os alunos já tinham se familiarizado com a situação.

Os alunos gostaram do trabalho e alguns disseram que seria interessante trabalhar outros conteúdos desta forma.

Acredito que o aproveitamento teria sido melhor se a turma fosse menor, o que possibilitaria mais discussão sobre o assunto e uma atenção melhor na construção e interpretação dos gráficos.

5. Considerações finais

Este trabalho mostra mais uma estratégia que poderá ser utilizada pelos professores para atrair os alunos para o aprendizado. Quando apliquei o jogo proposto percebi que prazer é uma engrenagem quase que fundamental para o aprender. Consegui motivar os alunos, mostrar que também falo "o mesmo idioma" que eles e que adquirir conhecimento em uma sala de aula não é necessariamente chato.

Não posso afirmar que a turma que participou desse trabalho apresentou um rendimento melhor do que outras, nem que um outro professor vai ficar tão à vontade quanto eu fiquei utilizando esse jogo como ferramenta pedagógica, mas eu vi os olhos de alguns alunos brilhando quando eles através do jogo conseguiram concretizar uma situação, interpretá-la e discuti-la. Aprender brincando não é a única forma de aprendizado, talvez nem seja a mais eficiente, mas pode ser uma das mais prazerosas tanto para o educando quanto para o educador.

Através do jogo conseguimos conceituar posição, deslocamento, velocidade, aceleração, salientar o caráter vetorial da velocidade, mostrar técnicas para a construção de gráficos e chamar atenção para a interpretação dos mesmos. O objetivo, falar de cinemática de maneira descontraída e conseguir transmitir as informações necessárias, foi alcançado. Acredito que o aperfeiçoamento desta técnica possa render muitos bons frutos.

Com este modelo de aula conseguimos discutir com os alunos as equações de cinemática, construindo-as junto com eles através do jogo. Empregamos instrumentos matemáticos de expressão e raciocínio, permitindo aos alunos exercitar abstrações matemáticas não somente no desenvolvimento cinemática, em particular, mas também exercitar as habilidades deles, alunos quanto ao caráter gráfico, geométrico e algébrica. Contemplamos também, deste modo, os objetivos educacionais da Resolução CNE/98 e da orientação dos Programas Curriculares Nacional Ensino Médio – PCNEM.

Referências

[1] http://www.unesp.br/prograd/PDFNE2002/aproducaodejogos.pdf, como consultado em 05/12/2007.

[2] Para uma consulta ao software sobre radioatividade consulte o sítio eletrônico em http://www.cinted.ufrgs.br/renote/mai02005/artigos/a39_softwareradioatividade_revisado.pdf, como consultado em 05/12/2007.

]3] Para uma consulta ao software sobre radioatividade consulte o sítio eletrônico em http://www.universia.com.br/noticia/materia_dentrodocampus_imprimir.jsp?not=39214, como consultado em 05/12/2007.

[4] BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais; ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

[5] BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais. Brasília: MEC/SEF,1998; BRASIL. Ministério da educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros curriculares nacionais – Ensino Médio. Brasília: SEMTEC/MEC, 2000.

[6] BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN+ Física: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais; ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

[7] Huizinga, Johan, *Homo ludens: a study of the play element in culture,* Beacon Press, London, 1950.

[8] Rizzo, Gilda, *Jogos Inteligentes: a construção do raciocínio na escola natural*, 3ª ed., Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2001.