

Magali Fonseca de Castro Lima

*Brincar e aprender: o jogo como  
ferramenta pedagógica no ensino de Física*

Rio de Janeiro – RJ

Dezembro / 2011

Copyright 2011 Magali Fonseca de Castro Lima.

Este documento é distribuído nos termos da licença descrita no arquivo LICENÇA que o  
acompanha.

Magali Fonseca de Castro Lima

*Brincar e aprender: o jogo como  
ferramenta pedagógica no ensino de Física*

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:  
Prof. Vitorvani Soares

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA  
INSTITUTO DE FÍSICA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Rio de Janeiro – RJ

Dezembro / 2011

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física, sob o título *“Brincar e aprender: o jogo como ferramenta pedagógica no ensino de Física”*, defendida por Magali Fonseca de Castro Lima e aprovada em 14 de dezembro de 2011, no Rio de Janeiro, RJ, pela banca examinadora constituída pelos professores:

---

Prof. Vitorvani Soares  
Instituto de Física - UFRJ  
Orientador

---

Prof. Alexandre Carlos Tort  
Instituto de Física - UFRJ

---

Prof. Marcelo Shoey Massunaga  
Laboratório de Ciências Físicas - UENF

L732b Lima, Magali Fonseca de Castro

Brincar e aprender: o jogo como ferramenta pedagógica no ensino de Física /Magali Fonseca de Castro Lima — Rio de Janeiro: UFRJ/IF, 2011.

xiv. 86 f.; il.; 30 cm.

Orientador: Vitorvani Soares.

Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro / Instituto de Física / Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2011.

Referências bibliográficas: f. 70–73.

1. Ensino de Física. 2. Cinemática. 3. Jogo.

I. Soares, Vitorvani. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro / Instituto de Física / Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. III. Brincar e aprender: o jogo como ferramenta pedagógica no ensino de Física.

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

# *Agradecimentos*

Agradeço aos meus pais, que sempre me apoiaram e torceram por mim; ao meu irmão, que é quase um filho para mim; a minha avó que sempre pediu a Deus que me iluminasse; ao meu marido que acompanha minha jornada com compreensão; ao meu orientador, professor Vitorvani Soares, que aponta meus erros e vibra com meus acertos de modo extremamente profissional e carinhoso; a Betty, minha psicóloga que tem sido fundamental na minha busca por diminuir a “entropia” da minha vida e as minhas filhas que são o motivo para a busca do meu equilíbrio dando um sentido especial a tudo que faço na vida. Agradeço também à Professora Susana de Souza Barros (*in memoriam*) pelo incentivo ao longo do desenvolvimento deste trabalho e ao Professores Marcelo Massunaga e Alexandre Tort a leitura atenta que ajudou a enriquecê-lo.

*“Oculi omnium in te respiciunt, Domine. Tu das  
escam illis tempore opportuno. Aperis manum tuam, et  
imples omne animal benedictione tua. Benedicas nobis,  
Deus, omnibus donis quae de tua beneficentia  
accepturi simus. Per Iesum Christum dominum  
nostrum, Amen.”*

— **Merton College**



# *Resumo*

Este trabalho propõe a utilização do jogo *Ludo* como ferramenta pedagógica para apresentação de conceitos de cinemática à alunos do 9<sup>o</sup> ano do ensino fundamental e do 1<sup>o</sup> ano do ensino médio. Este jogo permite o “monitoramento” das grandezas posição, velocidade e deslocamento de objetos do jogo que “simulam” um movimento uniforme ou um movimento uniformemente variado sobre o tabuleiro.

Ludo (do latim *ludo*, “Eu brinco”) é um simples jogo composto por um tabuleiro para dois ou quatro jogadores, no qual eles tem que percorrer uma trilha com os seus quatro peões — desde o início até o final da trilha — segundo o lançamento repetido de um ou mais dados. Adaptamos esse jogo de maneira que os alunos coletam dados relevantes pra a descrição das partidas, organizam esses mesmos dados em tabelas que mais tarde são utilizadas para a construção de gráficos associados à descrição do movimento dos peões sobre o tabuleiro.

A análise desses dados é realizada de maneira que os alunos compreendam as funções denominadas na literatura científica como função horária da posição do movimento uniforme e função horária da posição do movimento uniformemente variado. Desta forma, através do jogo os alunos aprendem a lidar com a escrita, a leitura e a interpretação de dados e, desta forma, se familiarizam com a linguagem científica.

A maior contribuição da atividade lúdica, identificada neste trabalho, é proporcionar aos alunos uma prática análoga a dos cientistas, dentro dos padrões e exigências de um laboratório experimental mas sem a tensão psicológica natural da atividade profissional: eles observam um evento, coletam os dados que descrevem o fenômeno observado e eles procuram relações entre as grandezas consideradas sem ignorar o prazer da atividade.

Os jogos propostos neste trabalho podem desenvolver habilidades importantes não só para o ensino de física. As atividades podem começar pela construção do tabuleiro, dos dados que serão lançados e das peças que irão se locomover no tabuleiro, resgatando atividades artísticas através do emprego da geometria no planejamento e na montagem de sólidos geométricos envolvidos na atividade.

O desenvolvimento da habilidade de construir e interpretar gráficos é importante para a cultura geral e científica, permitindo o entendimento não só de gráficos apresentados em artigos científicos mas também aqueles apresentados nos jornais diários com informações políticas, sociais ou tecnológicas. A habilidade em escrever equações que representam a relação entre duas ou mais grandezas, também abordada atividades apresentadas nesta dissertação, podem de grande valia para o desenvolvimento do processo de abstração do estudante.

Essa ferramenta pedagógica pode ser potencializada pelo entusiasmo do professor no seu emprego e pela receptividade dos alunos. Pode parecer que em um primeiro momento nem todos os professores fiquem tão à vontade para utilizar esses jogos como ferramenta

pedagógica quanto aqueles que propõem esse trabalho. De fato, é bastante comum a perda da ludicidade ao longo do processo de amadurecimento, como se brincar fosse destinado apenas às crianças e oferecesse apenas prazer.

Entretanto, o ato de brincar pode trazer, além do prazer, a habilidade de ousar, a autoconfiança, a oportunidade de interagir com os outros e a construção de modelos mentais que podem auxiliar significativamente no aprendizado. A brincadeira estabelece um vínculo afetivo entre o aluno e o aprendizado, promovendo no aluno o gosto em participar ativamente do processo de ensino e aprendizagem, como atua na brincadeira. Evidentemente, aprender brincando não é a única forma de aprendizado e, talvez, nem seja a mais eficiente. Espera-se, contudo, que esta atividade pedagógica possa ser uma das mais prazerosas tanto para o educando quanto para o educador.

# *Abstract*

In this work the game *Ludo* is presented as a pedagogical tool to introduce the concepts of kinematics to the Brazilian students in the 9th degree fundamental level of teaching and to the Brazilian students of the first year of their secondary education. This game allows the students to be acquainted with physical concepts as position, velocity e displacement of objects employed on a Ludo board that simulates an uniform or an accelerated movement.

Ludo (from Latin *ludo*, “I play”) is a simple board game for two to four players, in which the players race their four tokens from start to finish according to dice rolls. We have adapted it in order to during the game the students collect all necessary data to describe the match, organize them in tables and use them to represent graphically the evolution of the pieces over the board.

This analysis allow them to understand and recognize the diferent functions associated to the characteristics of uniform movements and uniformly accelerating movements. The students learn through playing the games on how to read, to write, and to interpret scientific data, and therefore they are introduced to the scientific language.

The biggest contribution of playing the games is to offer to the students an analogous scientific practice but outside the stress of the obligations of a professional scientific laboratory. Associated to the joy of playing, they observe an event, collect the relevant data which describe the observed phenomenon and look for relationships among the considered parameters.

The proposed activities in this work can help the student to develop not only important expertises related to physics. These activities can also help to teach hand skills on how to make the board, on how to play dice or simply how they will dispose the tokens on the board; the game can also reveal artistic ativities in the students’ use of geometry to the planning and finishing of the geometric solids involved in the activity.

The development of the students’ capacity to make and read graphics is very important to the general and the scientific culture, allowing them to understand not only the graphs associated to the scientific articles but also to understand those presented regularly in daily journals that are related to tecnological, social and political informations. The competence to read equations which represent the relationship between two or more parameters, as we have considered in this work, is of great value to the development of the students’ abstract process.

The game as a pedagogical tool can be potencialized by the enthusiasm of the teacher at his/her job and by the receptivity of the students. Maybe at a first moment some teachers will not be at easy as the ones who adopt the game as a pedagogical tool. In fact, it is considered by us as a natural behavior to lose the pleasure on ludic situations as we grow up, the act of playing being related only to the children, and its unique reward is the pleasure.

However, more than pleasure only, to play can also unfold the ingenuity of the student in to dare, to be self confident, to take the opportunity to interact with others and make mental models which can help them in the learning process. The act of playing establish an affective connection between the student and the object of learning, improving the students' learning curve. Of course, to learn through playing is not the exclusive form of learning, and maybe it is not the more efficient one. However, we hope, this pedagogical practice may be one of the more delightful to the student as well as to the teacher.

# *Sumário*

## **Lista de Figuras**

## **Lista de Tabelas**

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	p. 16
1.1	Motivações . . . . .	p. 16
1.2	O jogo, a cultura e a enculturação científica . . . . .	p. 17
1.3	O jogo no ensino de ciências . . . . .	p. 19
<b>2</b>	<b>O jogo e a linguagem científica</b>	p. 23
2.1	A ciência como uma produção humana . . . . .	p. 23
2.2	A cinemática do nosso Ludo . . . . .	p. 26
2.3	A origem dos gráficos da cinemática . . . . .	p. 29
<b>3</b>	<b>As analogias utilizadas no jogo</b>	p. 34
3.1	O jogo como estratégia de ensino . . . . .	p. 34
3.2	O modelo TWA . . . . .	p. 34
<b>4</b>	<b>Sobre os conceitos velocidade e aceleração</b>	p. 38
4.1	Avaliação dos conceitos físicos . . . . .	p. 38
4.2	Metodologia e análise do questionário . . . . .	p. 39
4.3	Modificação na regra do jogo . . . . .	p. 41
4.4	Conclusão da análise das questões . . . . .	p. 41
<b>5</b>	<b>O Ludo do Movimento Uniforme e do Movimento Uniformemente</b>	

<b>Variado</b>	p. 45
5.1 A função do jogo . . . . .	p. 45
5.2 Confeção do tabuleiro . . . . .	p. 48
5.2.1 Material utilizado . . . . .	p. 48
5.2.2 Como preparar o tabuleiro . . . . .	p. 48
5.3 Regras do jogo do Ludo do Movimento Uniforme . . . . .	p. 49
5.4 Regras do jogo do Ludo do Movimento Uniformemente Variado . . . . .	p. 52
5.5 Construção dos gráficos . . . . .	p. 54
5.6 Emprego do Ludo do Movimento Uniforme . . . . .	p. 60
5.7 Emprego do Ludo do Movimento Uniformemente Variado . . . . .	p. 65
<b>Considerações finais</b>	p. 69
<b>Referências</b>	p. 70
<b>Apêndice A – Guia para o professor</b>	p. 74
A.1 Informações gerais sobre a ferramenta pedagógica proposta . . . . .	p. 74
A.2 O Ludo do Movimento Uniforme . . . . .	p. 75
A.2.1 Confeção do tabuleiro . . . . .	p. 75
A.2.2 Regras do jogo (MU) . . . . .	p. 75
A.3 O Ludo do Movimento Uniformemente Variado . . . . .	p. 75
A.3.1 Confeção do tabuleiro . . . . .	p. 75
A.3.2 Regras do jogo (MUV) . . . . .	p. 76
A.4 Material necessário para o jogo . . . . .	p. 76
A.4.1 O tabuleiro do jogo . . . . .	p. 76
A.4.2 Planificação dos sólidos . . . . .	p. 77
A.4.3 Tabelas para o Ludo do Movimento Uniforme e Uniformemente Variado . . . . .	p. 78

A.4.4	Considerações sobre a utilização dos jogos . . . . .	p.80
A.5	Questionário sobre os conceitos velocidade e aceleração . . . . .	p.81

## *Lista de Figuras*

1	Tabuleiro do jogo desenvolvido na UNESP . . . . .	p. 20
2	Tabuleiro do jogo desenvolvido no IFTO . . . . .	p. 21
3	Temas de interesse . . . . .	p. 23
4	A velocidade média para o MUV, segundo Oresme . . . . .	p. 31
5	Tabuleiros dos alunos . . . . .	p. 49
6	“Dados” empregados no jogo . . . . .	p. 50
7	Tabela para o jogo MRU . . . . .	p. 55
8	Posição vs. tempo para o jogo MRU . . . . .	p. 56
9	Velocidade vs. tempo para o jogo MRU . . . . .	p. 57
10	Tabela para o jogo MRUV . . . . .	p. 58
11	Velocidade vs. tempo para o jogo MRUV . . . . .	p. 59
12	Tabuleiro com os vetores deslocamento . . . . .	p. 65
13	Alunos em atividade . . . . .	p. 67
14	Tabuleiro do jogo. . . . .	p. 76
15	“Dado” cúbico para o jogo. . . . .	p. 77
16	“Dado” cúbico para o jogo. . . . .	p. 77
17	“Dado” piramidal para o jogo. . . . .	p. 77



## *Lista de Tabelas*

1	O resultado da pesquisa . . . . .	p. 32
2	Frequência de respostas à questão 11 . . . . .	p. 42
3	Frequência de respostas à questão 13 . . . . .	p. 43
4	Tabela aplicada ao MU . . . . .	p. 51
5	Tabela aplicada ao MUV . . . . .	p. 53
6	Tabela exemplo do MU . . . . .	p. 61
7	Tabela para o Ludo do MU . . . . .	p. 78
8	Tabela para o Ludo do MUV . . . . .	p. 79

# 1 *Introdução*

## 1.1 *Motivações*

Nas últimas décadas os educadores tem enfrentado muitas dificuldades para adequar a prática docente às mudanças da sociedade. Assim como os objetivos traçados para o processo de ensino e aprendizagem mudaram, afim de fornecer aos alunos conhecimentos que os permitam atuar na sociedade de maneira crítica e responsável, as atividades escolares necessitam acompanhar essas mudanças para que efetivamente conduzam os alunos aos objetivos traçados.

A possibilidade cada vez maior de acessar novos dados colabora para que as práticas tradicionais fiquem verdadeiramente maçantes e ultrapassadas. O professor de Física tem a difícil missão de mostrar ao aluno que a Física não é uma ciência que trata de assuntos distantes da sua realidade e sim tenta explicar diversos fenômenos que fazem parte da nossa vida.

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 (BRASIL, 2002a).

Mas, como fazer o aluno “se encantar” pela física? Uma lousa repleta de fórmulas não é nada atraente, pelo menos a primeira vista. Como fazer o aluno se interessar pela Física ou por qualquer outra ciência é um questionamento que é motivo de inquietação para os professores e divulgadores da Ciência e uma preocupação presente nas pesquisas em ensino.

Como nos lembra Rigolon e Obara (2010),

Carl Sagan (1996), um dos mais famosos divulgadores da Ciência, afirmou que se os professores fossem mais estimulantes, as crianças iam

querer aprender. Se a ciência for trabalhada de forma divertida, as crianças vão querer aprender. O professor deve, além de incentivar o aluno a pensar, incentivá-lo a pensar de forma diferente, mais criativa e, conseqüentemente, mais interessante (RIGOLON; OBARA, 2010).

Entretanto, a sala de aula não é o único e nem o mais agradável acesso às informações relevantes ao conhecimento científico e, fora dela, pode-se escolher acessar este tipo de informação, não necessariamente de acordo com o conteúdo programático escolar. Então, por conseqüência, o professor deve ser criativo para poder atrair a atenção desses alunos quando os conteúdos são apresentados essencialmente em sala de aula. Portanto, os autores desta dissertação acreditam que atividades lúdicas, como os jogos apresentados neste trabalho, possam contribuir significativamente para a prática pedagógica do professor, atraindo a atenção dos seus alunos.

De acordo com Ribeiro (2008), o prazer proporcionado pela brincadeira, em particular pelos jogos, é um elemento que contribui para o processo de aprendizado:

[...] a inserção do jogo no contexto escolar aparece como uma possibilidade altamente significativa no processo de ensino-aprendizagem, por meio da qual, ao mesmo tempo em que se aplica a idéia de aprender brincando, gerando interesse e prazer, contribui-se para o desenvolvimento cognitivo, afetivo e social dos alunos (RIBEIRO, 2008, p. 19).

## 1.2 O jogo, a cultura e a enculturação científica

O processo de ensino e aprendizagem exige do educador e do educando atenção, dedicação e interação, e se dá através da troca de conhecimentos e habilidades. O jogo é uma ferramenta pedagógica que estimula e pode facilitar esse processo de ensino por estabelecer uma relação afetiva entre o aluno, o professor e o conteúdo que se deseja ensinar e aprender. Gilda Rizzo (2001) enfatiza a função emotiva do jogo, que é um elo entre o aprender e o prazer: só se aprende o que se deseja aprender e o prazer pode fomentar esse desejo:

A construção da inteligência é sempre resultante da coordenação de ações realizadas 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.

[...] 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. [...] (RIZZO, 2001)

Johan Huizinga (2001) 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:

O jogo é fato mais antigo que a cultura, pois esta, mesmo em suas definições menos rigorosas, pressupõe sempre a sociedade humana; mas, os animais não esperaram que os homens os iniciassem na atividade lúdica. [...] Não queremos com isto dizer que o jogo se transforma em cultura, e sim que em suas fases mais primitivas a cultura possui um caráter lúdico, que ela se processa segundo as formas e no ambiente do jogo. Na dupla unidade do jogo e da cultura, é ao jogo que cabe a primazia (HUIZINGA, 2001).

Baseados na noção de jogo defendida por Huizinga, os autores acreditam que a atividade lúdica possa ser empregada na introdução da linguagem e da cultura científica. Pode-se jogar e estabelecer símbolos, regras e métodos de armazenar e comunicar informações de maneira similar àquela feita pelos cientistas.

A concepção universalista da cultura foi sintetizada por Edward B. Tylor (1903a, p. 1) em seu livro *Primitive Culture*: “tomado em seu amplo sentido etnográfico é este todo complexo que inclui conhecimentos, crenças, arte, moral, leis, costumes ou qualquer outra capacidade ou hábitos adquiridos pelo homem como membro de uma sociedade. [trad. (LARAIA, 2001, p. 25)].”

A comunidade científica também desenvolveu uma cultura e o processo de ensino e aprendizagem de ciências está vinculado ao seu conhecimento. Aprender a cultura científica não determina o descarte da cultura que praticamos como cidadãos, porém a coexistência das duas nos possibilita tomar decisões referentes à questões sociais que envolvam ciências e tecnologia. Ramos, Pinto e Vianna (2009) chama a atenção para o conceito de enculturação científica:

Por enculturação científica espera-se que o indivíduo possa entender ciência como uma construção cultural e não como um mero conjunto de métodos e teorias. Já com o enfoque metodológico CTS, temos a expectativa que o aluno possa perceber as diversas relações que envolvem as questões científicas, tecnológicas e sociais. Sejam estas econômicas, políticas, históricas ou culturais (RAMOS; PINTO; VIANNA, 2009).

Diversos autores como, por exemplo, Martinez e Martins (2008) e Zanon, Guerreiro e Oliveira (2008), reconhecem a dificuldade em atrair os alunos para o ensino de ciências e

reconhecem o jogo como uma ferramenta que auxilia neste processo. Apesar de reconhecido como ferramenta pedagógica ainda é comum os jogos didáticos serem classificados como atividades menos sérias que outras. Porém, sua ineficiência em alguns casos está mais ligada à forma de sua utilização. Segundo Cruz (2011), o planejamento das atividades lúdicas pelo professor é fundamental para que elas cumpram seus objetivos junto aos alunos:

o ideal é que o mesmo seja previamente planejado, considerando aspectos relevantes como materiais, objetivos, metodologia e conteúdos a serem aprendidos (CRUZ, 2011).

Observa-se, ainda, uma certa resistência de colegas e de alunos para a adoção do jogo como ferramenta pedagógica. Entretanto, os jogos podem ser conduzidos sem sisudez, o que não significa que a atividade lúdica não aborde com o devido cuidado e rigor os temas que à ela estão vinculados. Huizinga, nesta discussão, nos auxilia uma vez mais:

É lícito dizer que o jogo é a não-seriedade, mas esta afirmação, além do fato de nada nos dizer quanto às características positivas do jogo, é extremamente fácil de refutar. Caso pretendamos passar de “o jogo é a não-seriedade” para “o jogo não é sério”, imediatamente o contraste tornar-se-á impossível, pois certas formas de jogo podem ser extraordinariamente sérias.

Além disso, é fácil designar várias outras categorias fundamentais que também são abrangidas pela categoria da “não-seriedade” e não apresentam qualquer relação com o jogo (HUIZINGA, 2001).

## 1.3 O jogo no ensino de ciências

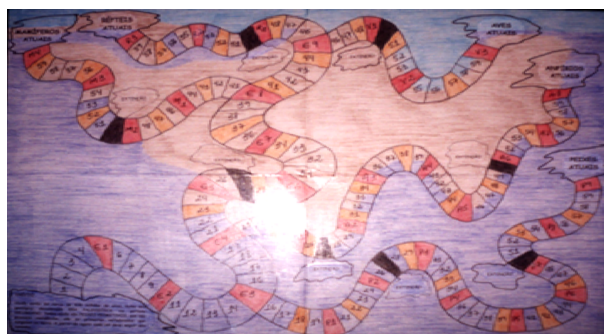
Os jogos no ensino de ciências tem a importante função de criar um vínculo afetivo entre o aluno e o conteúdo a ser abordado. Abstrações podem ser materializadas na forma de regras ou de características de elementos do jogo, permitindo que os jogadores possam avaliá-las com os mesmos parâmetros que utilizam para avaliar elementos concretos.

Macedo, Petty e Passos (2005) nos chamam a atenção para a relevância do ato de brincar na formação da estrutura cognitiva da criança:

Brincar é envolvente, interessante e informativo. Envolvente porque coloca a criança em um contexto de interação em que suas atividades físicas e fantasiosas, bem como os objetos que servem de projeção ou suporte delas, fazem parte de um mesmo contínuo topológico. Interessante porque canaliza, orienta, organiza as energias da criança, dando-lhes forma

de atividade ou ocupação. Informativo porque, nesse contexto, ela pode aprender sobre as características dos objetos, os conteúdos pensados ou imaginados. (MACEDO; PETTY; PASSOS, 2005)

No Departamento de Educação do Instituto de Biociências da Unesp (Campus Botucatu) 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 (EICHLER; JUNGES; PINO, 2011).

O Centro Multidisciplinar para o Desenvolvimento de Materiais Cerâmicos (CMDMC), do Instituto de Química da Unesp, campus de Araraquara, também desenvolveu o software

*Chemical Sudoku*, uma adaptação do jogo Sudoku, que estimula o raciocínio e apresenta conceitos da tabela periódica de maneira lúdica e interativa.

Em janeiro de 2011, no XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física — SNEF, foi apresentado um trabalho desenvolvido IFTO–Campus Araguaína, cuja proposta era a aplicação de um jogo para o ensino de eletrostática. O jogo produzido foi denominado de eletrização e é constituído de um baralho, um tabuleiro, um dado e um manual.



**Figura 2:** Tabuleiro do jogo desenvolvido no IFTO–Campus Araguaína.

O jogo *Eletrização* proporciona aos seus jogadores a oportunidade de aplicar de uma maneira bastante descontraída seus conhecimentos referentes aos processos de eletrização dos corpos.

Além dos jogos outras atividades lúdicas vem sendo desenvolvidas como recurso didático. Por exemplo, no Departamento de Educação do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (Campus Rio 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 (RAMOS; RAMOS, 2011).

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. Para o ensino de física encontramos muitos trabalhos com a característica de oficina e também estão sendo desenvolvidos muitos trabalhos na área de simulação computacional. Percebemos que há uma carência de jogos analógicos voltados para o ensino de Física.

Para a descrição detalhada da proposta deste trabalho, o texto está organizado da seguinte maneira: Inicialmente, no Capítulo 2, está comentada a inferência do jogo na habilidade de utilização da linguagem científica. No Capítulo 3, discutiu-se as analogias utilizadas no jogo. No Capítulo 4, a percepção dos alunos quanto aos conceitos velocidade e aceleração é apresentada. Em seguida, no Capítulo 5, o Ludo do Movimento Uniforme é apresentado e as experiências de sua aplicação é comentada. No mesmo capítulo também é descrito o Ludo do Movimento Uniformemente Variado, seguido dos comentários sobre um episódio de sua aplicação. A dissertação termina com as considerações finais dos autores, no último capítulo.

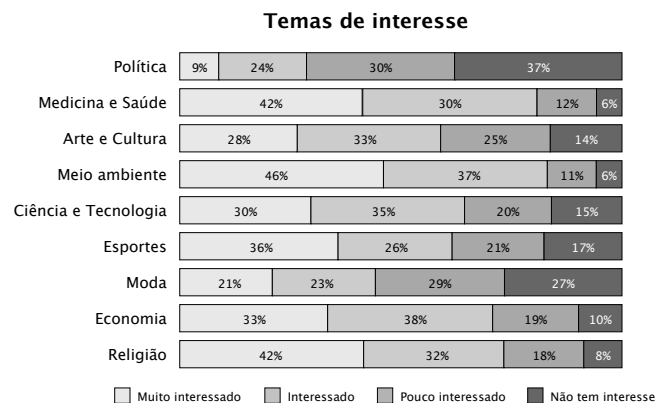


## 2 O jogo e a linguagem científica

### 2.1 A ciência como uma produção humana

Reconhecer a ciência como uma produção humana corrobora a enculturação científica. Os homens reconhecem que a evolução se dá através da apropriação das construções de seus antecedentes, mas na escola nem sempre evidenciamos como se dá desenvolvimento científico.

O Ministério de Ciências e Tecnologia e o Museu Vida/Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz em parceria com a Academia Brasileira de Ciências e outros órgãos internacionais realizaram uma pesquisa cujos resultados indicaram que o nível de interesse por ciência e tecnologia cresce progressivamente, abrangendo nessa pesquisa 65% dos entrevistados



**Figura 3:** Temas de interesse dos estudantes, segundo o MCT e o Museu Vida/Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz (Figura adaptada de (FIOCRUZ, 2011)).

Os alunos se interessam pelo desenvolvimento de novas tecnologias e esperam que muitas descobertas científicas sejam feitas para contribuir com esse desenvolvimento. O interesse dos alunos leva-os a questionar como se dá o funcionamento e aprimoramento de vários aparatos cujo desenvolvimento está ligado ao desenvolvimento científico e tecnoló-

gico. O grande problema que enfrentamos é que comumente a ciência mostrada em sala de aula não vai ao encontro das necessidades desses alunos no que diz respeito a dar-lhes condição de entender e discutir ciências. Como lembrado por Carvalho (2007), “Tradicionalmente, os cursos de Ciências são voltados para o acúmulo de informações, muitas vezes consideradas como uma realidade preexistente absoluta descoberta pelos cientistas.” A OCDE – Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico – considera ser alfabetizado cientificamente uma condição para atuar na sociedade de maneira crítica e responsável:

[A] OCDE define como ser alfabetizado cientificamente: “ser capaz de combinar o conhecimento científico com a habilidade de tirar conclusões baseadas em evidências de modo a compreender e ajudar a tomar decisões sobre o mundo e as mudanças nele provocadas pela atividade humana” (OECD, 2000 apud CARVALHO, 2007).

Um dos passos importantes no processo de alfabetização científica é o entendimento da linguagem utilizada. Uma das propostas desse trabalho é auxiliar nesse processo através da construção e interpretação de tabelas, gráficos e equações.

Os professores precisam desenvolver tarefas para que os alunos conheçam e se familiarizem com a linguagem científica. Os jogos propostos neste trabalho conduzem os alunos a um diálogo com múltiplas linguagens pois eles utilizam durante essa atividade tabelas, funções, gráficos, linguagem gestual, linguagem verbal e escrita. Carvalho (2007) chama a atenção das habilidades que o professor precisa desenvolver para introduzir os alunos no mundo das Ciências:

[...] para introduzir os alunos no mundo das Ciências o professor deve ter a habilidade de, em suas aulas, integrar discurso verbal, expressões matemáticas, representações gráficas e visuais, e nesse processo de ensino criar um ambiente tal que o aluno, pouco a pouco, vá também construindo os seus significados com as diferentes linguagens (CARVALHO, 2007).

Após construírem os gráficos os grupos que participam do jogo devem trocá-los e um grupo deve tentar contar como foi a partida desenvolvida pelo outro grupo. Nessa descrição os alunos informam qual móvel apresentava maior velocidade que o outro, qual móvel se deslocou por mais tempo, citam quando a velocidade mudou e qual foi essa variação, enfim os alunos devem interpretar os gráficos feitos pelos outros.

Essa atividade é interessante porque os grupos sabem e têm registrados nas tabelas o que aconteceu em suas partidas então eles podem corrigir a interpretação do outro grupo

sobre os gráficos que construíram. Temos então uma discussão sobre os dados coletados no jogo onde estão sendo contrastadas leituras realizadas em diferentes linguagens.

Roth (2003) apresenta o conceito de transparência: “Um diagrama é transparente para o indivíduo se esse consegue, através do diagrama, perceber os eventos, as variações, particularidades que ocorreram no fenômeno estudado” (ROTH, 2003 apud CARMO, 2006).

Se os gráficos forem transparentes para os alunos eles conseguirão narrar a partida vivenciada pelo outro grupo. É muito rico para os alunos perceberem quais os equívocos que cometem em suas interpretações. Em relação aos gráficos construídos durante os jogos, o professor deve instruir os alunos para que toda vez que um grupo fizer uma leitura equivocada de sua partida, eles questionem qual característica observada nos gráficos os leva a tal conclusão. Desta forma os alunos perceberão o que está acarretando os erros nas leituras. Carmo (2006) ainda ressalva que

É relevante, também, retomar na sala de aula o processo de produção das diversas formas da escrita científica, incluindo a matemática. Dessa forma, podendo fazer com que nas tabelas, gráficos, diagramas, funções etc., o fenômeno em estudo fique “transparente” ao olhar do aluno (ROTH, 2003) [...] decorre a necessidade de deter-se sobre gráficos e outras representações visuais, para que elas “transpareçam” o fenômeno com que os estudantes se deparam, evitando que eles construam significados alternativos aos científicos (CARMO, 2006).

Analisar dados em uma tabela é muito diferente de analisá-los em um gráfico. Nos gráficos fica mais evidente a existência de padrões, a proporcionalidade se traduz na forma das curvas, as mudanças de comportamento são evidenciadas pelas mudanças das inclinações das curvas . . . A linguagem gráfica é uma das formas mais sucintas de agregar as relações entre os dados coletados da observação de um fenômeno físico.

No estudo do tema interpretação de gráficos da Cinemática, McDermott, Rosenquist e Zee (1987) analisaram as narrativas feitas pelos estudantes durante o processo de elaboração e análise dos gráficos e identificaram 10 das principais dificuldades apresentadas por esses alunos ao trabalharem com gráficos cinemáticos: 1 - discriminar entre inclinação e altura; 2 - interpretar mudanças na altura e mudanças na inclinação; 3 - relacionar um tipo de gráfico a outro; 4 - relacionar a narração de um movimento com um gráfico que o descreve; 5 - interpretar a área sob o gráfico; 6- representar movimento contínuo por uma linha contínua; 7 - separar a forma de um gráfico da trajetória do movimento; 8 - representar velocidade negativa; 9 - representar aceleração constante; 10 - fazer distinção entre diferentes tipos de gráficos do movimento (MCDERMOTT; ROSENQUIST; ZEE, 1987 apud ARAÚJO; VEIT; OREIRA, 2004).

Os autores desta dissertação acreditam que algumas dessas dificuldades supracitadas estão relacionadas a não apresentação de como e porque a linguagem gráfica foi desenvolvida. Uma das premissas para bem utilizar uma ferramenta é saber qual é a sua serventia, com que propósito foi criada.

O estudo dos movimentos através dos gráficos tem validade não só para o estudo a física. Ser capaz de ler um gráfico interpretando todas as relações que ele nos fornece é uma habilidade útil para o estudo de todas as ciências, até mesmo as humanas.

A comunidade científica constantemente se apóia em ombros de gigantes para dar mais um salto. Mas não é possível nos apoiarmos em ombros dos que não conhecemos. Precisamos no mínimo entender a linguagem dos gigantes para beber em suas fontes. Para entender essa linguagem se faz necessário entender como foi construída e é reconstruída ao longo do tempo. Uma das formas dessa linguagem que propomos aos professores que comuniquem, através da dinâmica do jogo, como se deu suas primeiras utilizações no ramo da física é a linguagem dos gráficos.

## 2.2 A cinemática do nosso Ludo

Neste trabalho utilizamos um ludo para ensinar ferramentas que permitam descrever o movimento de partículas que se deslocam em um plano.

A cinemática descreve o movimento dos corpos sem se preocupar com as suas causas. Para esse estudo descritivo utilizam-se métodos para descrever a posição das partículas, suas trajetórias, velocidades e acelerações. Neste capítulo definimos cada um desses elementos e comentamos os métodos utilizados em suas descrições.

A posição de uma partícula é o lugar onde ela se encontra e a descrição desse lugar está vinculada a um referencial. Adotado um referencial, podemos localizar a partícula comparando o lugar que ela ocupa com o lugar ocupado pelo referencial, desta forma, definimos a posição da partícula em relação ao referencial adotado.

Se um observador registra a mesma posição de uma partícula em vários instantes, em relação, a uma mesmo referencial, essa partícula está em repouso. Se a posição variar, a partícula está em movimento.

Quando uma partícula está em movimento, a cada instante está em uma posição diferente e as posições ocupadas sucessivamente compõem a curva denominada trajetória.

Com origem no referencial adotado para a observação de um movimento podemos

determinar três eixos cartesianos:  $x$ ,  $y$  e  $z$ . A posição da partícula será determinada por três coordenadas vinculadas a esses eixos (MAIA, 1977; SYMON, 1971).

Se uma partícula é livre para se mover no espaço sua posição só será definida se conhecermos as três coordenadas, que são independentes. Nesse caso a partícula possui três graus de liberdade. O número de graus de liberdade de uma partícula é o número de coordenadas independentes necessárias para especificar sua posição.

Se o movimento da partícula está “preso” a um plano, esta possui apenas dois graus de liberdade, bastando então duas coordenadas para a definição de sua posição, porém, a descrição de movimentos curvilíneos em um plano pode ser simplificada se o movimento da partícula for vinculado a uma determinada trajetória. Dessa forma, ao invés de trabalharmos com duas coordenadas utilizaremos apenas uma, já que o movimento terá apenas um grau de liberdade sobre a trajetória definida.

No lugar de um eixo cartesiano adota-se uma origem sobre a própria trajetória e se define sentido positivo e negativo para os deslocamentos sobre a mesma. A trajetória é dividida em arcos e a esses arcos está associada a grandeza  $S$  (posição sobre a curva). A grandeza  $S$  é a coordenada curvilínea da partícula e é a definição dessa grandeza é a base do desenvolvimento da cinemática escalar, que permite a simplificação da análise de movimentos curvilíneos vinculados a uma trajetória.

É importante ressaltar que a coordenada curvilínea  $S$  é um exemplo de coordenadas generalizadas ou lagrangeanas e sendo assim a posição da partícula também pode ser expressa em coordenadas cartesianas  $x$ ,  $y$  e  $z$ , como funções das coordenadas generalizadas:

$$\left\{ \begin{array}{l} x = \phi(S), \\ y = \epsilon(S), \\ z = \beta(S). \end{array} \right.$$

Sendo  $x = \phi(S)$ ,  $y = \epsilon(S)$  e  $z = \beta(S)$  as equações paramétricas da trajetória.

Considere uma partícula que descreve um movimento vinculado a uma curva: a posição da partícula é dada pela coordenada  $S_0$  em um instante  $t_0$  e esta percorre uma distância  $\Delta S$  em um intervalo de tempo  $\Delta t$ , passando a ocupar a posição  $S = S_0 + \Delta s$  no instante  $t = t_0 + \Delta t$ . Por definição, a velocidade escalar média dessa partícula entre os instantes  $t$  e  $t_0$  é a razão entre o espaço percorrido sobre a curva  $\Delta S$  e o intervalo de tempo  $\Delta t$  necessário para a realização de tal percurso:

$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}.$$

Quanto menor é o intervalo de tempo considerado, mais próximo do valor da velocidade escalar instantânea, em um instante compreendido neste intervalo, é o valor da velocidade média. Sendo assim, a velocidade escalar instantânea é o limite da velocidade média quando  $\Delta t$  tende a zero:

$$V = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t}.$$

Se uma partícula descreve um movimento vinculado a uma curva percorrendo a mesma quantidade de unidades de  $S$  em intervalos de tempo iguais, ou seja, se a rapidez de locomoção da partícula sobre a curva é constante, dizemos que a partícula tem velocidade escalar constante, portanto, realiza um movimento uniforme.

Para uma partícula que se desloca sobre um curva com velocidade escalar  $V_0$  em um determinado instante  $t_0$  e, que no instante  $t = t_0 + \Delta t$ , apresenta velocidade  $V = V_0 + \Delta V$ , denomina-se aceleração tangencial média da partícula entre os instantes  $t$  e  $t_0$ , a razão  $\Delta V/\Delta t$ :

$$a_m = \frac{\Delta V}{\Delta t}.$$

Quanto menor é o intervalo de tempo considerado, mais próximo do valor da aceleração escalar instantânea, em um instante compreendido neste intervalo, é o valor da aceleração média. Sendo assim, a aceleração tangencial instantânea é o limite da aceleração média quando  $\Delta t$  tende a zero:

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta V}{\Delta t}.$$

Se uma partícula descreve um movimento com aceleração tangencial constante, essa partícula realiza um movimento uniformemente variado.

No ensino médio e no nono ano do ensino fundamental, são feitas descrições de movimentos que acontecem sobre trajetórias curvas sem levar em consideração a mudança da direção da velocidade. Nestes casos, a descrição do movimento é baseada na cinemática escalar. Mostramos a seguir dois exemplos de exercícios apresentados em livros do ensino médio:

Exemplo 1. Um carro percorre a distância entre São Paulo e São José dos Campos (90 km) com velocidade média de 60 km/h; a distância entre São José dos Campos e Cruzeiro (100 km) com velocidade média de 100 km/h e entre Cruzeiro e Rio de Janeiro (210 km) com velocidade média de 60 km/h. Qual o tempo que levou o carro de São Paulo ao Rio de Janeiro?

Exemplo 2. Um automóvel a 90 km/h passa por um guarda num local em que a velocidade máxima é de 60 km/h. O guarda começa a perseguir o infrator com a sua motocicleta, mantendo aceleração constante até que atinge 108 km/h em 10 s e continua com essa velocidade até alcançá-lo, quando lhe faz sinal para parar. Pode-se afirmar que:

- a) o guarda levou 15 s para alcançar o carro.
- b) o guarda levou 60 s para alcançar o carro.
- c) a velocidade do guarda ao alcançar o carro era de 25 m/s.
- d) o guarda percorreu 750 m desde que saiu em perseguição até alcançar motorista infrator.
- e) nenhuma das respostas anteriores é correta.

Nos dois exemplos não há a preocupação com as possíveis curvas das trajetórias, e se elas existem o movimento tem aceleração centrípeta (responsável pela mudança da direção da velocidade), ou seja, a análise dos movimentos é feita utilizando a cinemática escalar.

Neste trabalho os jogos proposto levam a coleta de dados e a descrição do movimento de partículas que se deslocam sobre uma trajetória curva e para simplificar essa análise fazemos uso da cinemática escalar, o que não nos impede de aproveitar o jogo para mostrar os conceitos de cinemática vetorial (comentamos na Seção 5.6). Portanto, nas regras dos jogos propostos, todo vez que mencionamos velocidade e aceleração, estamos nos referindo à velocidade escalar e à aceleração tangencial.

## 2.3 A origem dos gráficos da cinemática

O primeiro esforço para compreender o movimento foi feito na Grécia antiga pelo filósofo Aristóteles que criou categorias para o que denominou movimento local, sendo então o movimento chamado de natural ou movimento violento, ambos diferentes do movimento celeste.

Aristóteles afirmou que o movimento natural decorre da natureza de um objeto, e de sua composição a partir dos elementos terra, água, ar e fogo. Desta forma cada objeto tinha seu lugar natural determinado pela sua natureza e se esforçaria para alcançá-lo, realizando assim alguns movimentos (ARISTÓTELES, 1995).

O movimento violento resultava de forças que puxavam ou empurravam. O fato essencial sobre o movimento violento e que ele tinha uma causa externa e era comunicado aos objetos; eles se moviam não por si mesmos, nem por sua natureza, mas por causa de empurrões e puxões.

No século XIV, no Merton College, em Oxford, surge um movimento de críticas ao pensamento aristotélico, onde a definição do movimento dependia da causa motora, que culminou na construção da cinemática. Os Mertonianos fixaram o conceito de velocidade instantânea, definiram aceleração e movimento uniformemente acelerado e formularam e provaram o teorema da velocidade média.

William of Ockham (séc. XIV) foi quem propôs a primeira definição cinemática do movimento, através da criação do princípio epistemológico que ficou conhecido como a “navalha de Ockham”, que significa abrir mão de todas as definições conceituais que se mostrem desnecessárias a explicação de um determinado fenômeno (KOERTGE, 2008, v. 5, p. 312).

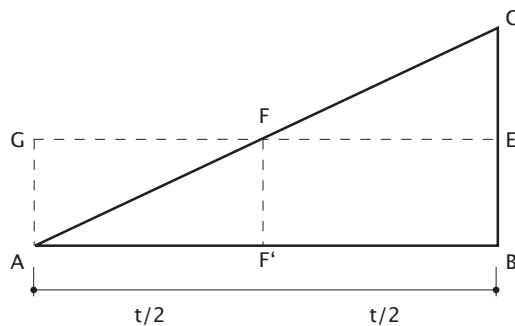
Os mertonianos também descreveram a variação do que chamavam de qualidade e criaram um vocabulário adequado ao tratamento dessas variações, nisto classificando as grandezas como intensivas ou extensivas. Esses trabalhos abriram caminho para o trabalho de Nicole Oresme, na Universidade de Paris, de representação gráfica do movimento. Oresme beneficiou em muito a ciência do movimento, demonstrando geometricamente o Teorema da velocidade média para o movimento uniformemente variado (KOERTGE, 2008, v. 5, p. 350).

O teorema da velocidade média diz que o deslocamento de um corpo que realiza um movimento uniformemente variado é igual ao deslocamento de um corpo que se desloca em movimento uniforme com velocidade média igual a média das velocidades inicial e final apresentadas durante o movimento uniformemente variado.

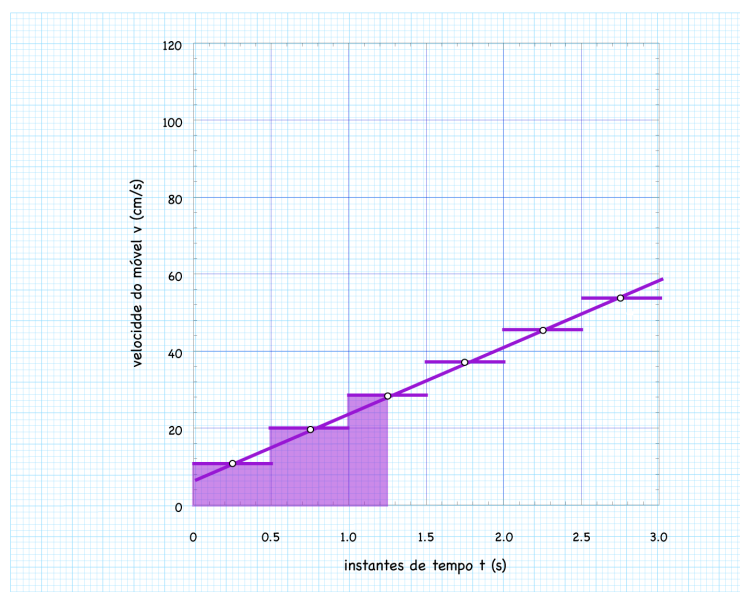
A interpretação geométrica do teorema da velocidade média é apresentada na Figura 4-(a). Utilizando essa interpretação em um gráfico velocidade vs. tempo de um movimento uniformemente variado obtemos uma representação conforme a Figura 4-(b). Analisando este gráfico observa-se que o deslocamento realizado em intervalos de tempo



iguais e consecutivos e varia obedecendo uma progressão aritmética de razão 2.



(a)



(b)

**Figura 4:** (a) A velocidade média para o MUV, segundo Oresme. (b) Observemos a substituição da velocidade média pela velocidade instantânea e a área sob a curva representando o deslocamento do móvel.

Foi realizada uma pequena pesquisa na bibliografia utilizada no ensino médio buscando verificar se os livros apresentam o teorema da velocidade média e se discutem a variação do deslocamento realizado em intervalos de tempo iguais e sucessivos em um movimento uniformemente variado.

Essa pesquisa foi realizada pois o conhecimento do Teorema da Velocidade Média e sua representação gráfica vai ao encontro de muitas das dificuldades constadas por McDermott, Rosenquist e Zee (1987): relacionar um tipo de gráfico a outro; relacionar a narração de um movimento com um gráfico que o descreve; interpretar a área sob o gráfico; fazer distinção entre diferentes tipos de gráficos do movimento. A Tabela 1 apresenta os resultados da nossa pesquisa.

**Tabela 1:** O resultado da pesquisa sobre o teorema do valor médio.

Livro	Teorema da velocidade média	Discussão do deslocamento no MRU mostrando a progressão aritmética dos deslocamentos realizados em intervalos de tempo congruentes e consecutivos.
(KP)	Não apresenta	Não apresenta.
(DB)	Apresenta	Não apresenta.
(SC)	Apresenta	Não apresenta.
(AM)	Não apresenta	Não apresenta.
(YF)	Apresenta	Não apresenta.
(GA)	Apresenta	Apresenta em uma seção denominada “Conhecendo um pouco mais”.
(TF)	Apresenta	Não apresenta.
(SB)	Apresenta	Apresenta quando aborda a queda livre, é como se a queda livre fosse um movimento diferente do MUV
(PP)	Apresenta	Não apresenta.
(BR)	Apresenta	Apresenta quando comenta o experimento de Galileu com o plano inclinado.
(RF)	Apresenta	Não apresenta.
(GT)	Apresenta	Não apresenta.

Os livros consultados foram os seguintes:

- (KP) – *Coleção quanta Física* (KANTOR et al., 2010).
- (DB) – *Física 1* (DOCA; BISCUOLA; BÔAS, 2010).
- (SC) – *Universo da Física* (SAMPAIO; CAIO, 2005).
- (AM) – *Física Ensino Médio* (ALVARENGA; MÁXIMO, 2009).
- (YF) – *Física para o Ensino Médio* (YAMAMOTO; FUKU, 2010).

- (GA) – *Compreendendo a Física: Ensino Médio* (GASPAR, 2010).
- (TF) – *Física e Tecnologia* (TORRES; FERRERO; SOARES, 2010).
- (SB) – *Coleção Física aula por aula* (BARRETO FILHO; DA SILVA, 2010).
- (PP) – *Física em contextos – pessoal – social – histórico: movimento, força, astronomia* (PIETROCOLA et al., 2010).
- (BR) – *Conexões com a Física* (SANT'ANNA et al., 2010).
- (RF) – *Os fundamentos da Física* (RAMALHO; FERRARO; SOARES, 2009).
- (GT) – *Física e realidade* (GONÇALVES; TOSCANO, 2010).

## ***3 As analogias utilizadas no jogo***

### **3.1 O jogo como estratégia de ensino**

Nos PCN encontramos a indicação da utilização dos jogos no ensino de matemática:

Os jogos constituem uma forma interessante de propor problemas, pois permitem que estes sejam apresentados de modo atrativo e favorecem a criatividade na elaboração de estratégias de resolução e de soluções (BRASIL, 1998, p. 46).

O jogo sugerido nos PCN para o ensino de matemática é um tipo de jogo que podemos classificar como jogo de estratégia. Alguns jogos não permitem que se tracem estratégias, mas sua função se cumpre através do estabelecimento de analogias.

Brincar, nestes casos, é transpor para a realidade do jogo os objetos e leis que se quer entender no mundo real, essa é uma forma de limitar os parâmetros que se deseja considerar para abordar um recorte do real, onde não se pode escolher os parâmetros que influenciarão no que se deseja discutir.

A importância da linguagem metafórica e analógica reside no fato de facilitar a transposição do conhecimento de um domínio conceitual não familiar para outro mais familiar. Tomar o conhecimento científico escolar como possível a partir de objetos do nosso entorno, modelados de forma a abstrair-se do supérfluo para concentrar-se nos detalhes essenciais, tem sido considerada uma forma frutífera nas relações entre ensino e aprendizagem de Ciências (BOZELLI; NARDI, 2004).

### **3.2 O modelo TWA**

As analogias propostas em alguns jogos, inclusive aquele proposto neste trabalho, tem limitações pois o análogo nunca será uma cópia fiel do que representa. É comum que

essas representações excluam características que possam dificultar a análise que se deseja realizar.

Para evitar o uso inadequado das analogias, foram realizados estudos de caráter qualitativo por Rigolon e Obara (2010), que tem sido úteis para oferecer uma visão crítica sobre algumas formas de usá-las, assim como para delimitar algumas dificuldades e restrições de seu uso: Zeitoun (1984) propõe o *General Model of Analogy Teaching*, o *Modelo Geral de Ensino com Analogia* (GMAT, na sigla em inglês). Neste modelo, o professor deve levar em conta as características e a conveniência da analogia a se usar, a metodologia de ensino, o meio de apresentação e a avaliação do resultado. Mais tarde, Glynn (1991) propõe o modelo TWA (Teaching With Analogies) e Pádua (2011) afirma que este modelo é o mais utilizado.

O modelo TWA sugere que, no uso da analogia, siga-se seis passos que irão aumentar a efetividade no ensino dos conteúdos científicos e minimizar as possibilidades de reforçar as concepções alternativas dos alunos. Porém, Harrison e Treagust (1993) fizeram uma modificação do modelo original de Glynn, onde reafirmam que todos os passos do modelo são importantes porém a ordem em que serão utilizados depende do estilo de cada professor, das particularidades do conceito científico abordado e das características do análogo que está sendo usado.

O primeiro passo do modelo TWA é a introdução da situação “alvo” a ser tratada; o segundo é a introdução da “situação análoga” a ser utilizada; o terceiro é a identificação das características relevantes do análogo; o quarto é o estabelecimento das correspondências entre o análogo e o alvo; o quinto a identificação dos limites de validade da analogia utilizada e em fim o sexto passo que é o esboço das conclusões/síntese sobre a situação alvo.

O jogo que propomos segue o modelo TWA da seguinte forma:

1. **O alvo da analogia:** O alvo da analogia empregada é o entendimento dos conceitos de velocidade e aceleração bem como as relações entre eles. Queremos representar o movimento uniforme e o movimento uniformemente variado sem restringi-los às trajetórias retilíneas.
2. **A situação análoga:** O movimento de peças em um tabuleiro de ludo, cuja velocidade, aceleração e duração do deslocamento são determinadas através de sorteio.
3. **As características relevantes do análogo:** A taxa de variação do deslocamento das peças no tabuleiro é constante (MU) ou pode variar uniformemente (MUV).

A posição alcançada pela peça depende do deslocamento realizado e da posição que ocupava anteriormente. O tabuleiro apresenta curvas para não restringir o movimento às trajetórias retilíneas.

4. **O estabelecimento das correspondências entre o análogo e o alvo:** A variação de posição das peças no tabuleiro é similar a variação de posição de móveis que se deslocam em MU ou em MUV. Cada “casa” do tabuleiro corresponde a uma unidade de comprimento, cada unidade sorteada no dado corresponde a uma unidade de tempo.
5. **Os limites de validade da analogia:** O principal limite dessa analogia está na representação do passar do tempo: nestes jogos o tempo passa de forma diferente para os dois corpos que se deslocam em um tabuleiro, o que não acontece na realidade. O tempo é decomposto por intervalos de duração temporal que são vivenciados a cada jogada.

No Ludo do Movimento Uniforme a mudança da velocidade acontece instantaneamente, de um valor para outro, determinados através de um sorteio com dados; bem diferente dos movimentos reais onde existe uma gradual evolução da velocidade, mesmo que em pequenos intervalos de tempo.

O movimento das peças no tabuleiro não é contínuo. Determinamos o deslocamento conhecendo a aceleração, a velocidade e a duração do movimento e transferimos a peça de uma posição para a outra.

No caso do movimento uniforme consideramos que o jogo começa quando a peça passa pelo início da trilha com a velocidade sorteada e a mantém constante enquanto dura o movimento.

6. **A síntese da situação alvo:** Sintetizamos a situação alvo quando fazemos a construção e análise dos gráficos e refletimos sobre quais movimentos cotidianos poderiam ser representados com gráficos similares a estes.

As analogias feitas em um jogo não se propõem a se tornarem cópias fiéis da realidade pois fica claro que as regras do jogo são apenas do jogo e não do mundo real. O entendimento da dinâmica do jogo pode ser utilizado como alicerce para o desenvolvimento de uma lógica capaz de explicar o que acontece no mundo real.

A Teoria da Aprendizagem Significativa, de Ausubel, considera que só é possível aprender algo a partir da ancoragem realizada entre o novo e algo que já se sabe, é

baseada na premissa de que existe uma estrutura cognitiva na qual a organização e a integração se processam.

De acordo com essa teoria, para que novas idéias sejam aprendidas é necessário que conceitos relevantes e inclusivos estejam disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem como pontos de ancoragem para que novas informações adquiram significado. Esses pontos de ancoragem são chamados subsunçores, na tentativa de tradução da palavra inglesa “subsumer” utilizada por Ausubel para denominá-los.

Quando os subsunçores necessários à aprendizagem significativa de determinado conceito não estão presentes na estrutura cognitiva do aprendiz, Ausubel recomenda o uso de organizadores prévios que façam a “ponte cognitiva” entre o que o aprendiz sabe e o que deseja aprender. Esses organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do conceito que se deseja ensinar, na tentativa de desenvolver subsunçores para que aconteça a aprendizagem significativa. A principal função dos organizadores é então, superar o limite entre o que o aluno já sabe e aquilo que ele precisa saber, antes de poder aprender a tarefa apresentada (MOREIRA; MASINI, 1982).

É proposto neste trabalho a utilização dos jogos como organizadores prévios, pois apesar de observarem o movimento de vários corpos no cotidiano alguns alunos não estão habituados a descrever esses movimentos, alguns não conhecem sequer as linguagem que podem ser utilizadas para esse tipo de descrição.

Quando o aluno entende os fatores que determinam o deslocamento das peças no tabuleiro e consegue expressar suas percepções sobre o jogo através de gráficos e tabelas, pode-se utilizar esse conhecimento para ancorar informações sobre a análise de movimentos fora do tabuleiro e assim desenvolver um aprendizado significativo a cerca do estudo dos movimentos.

## *4 Sobre os conceitos velocidade e aceleração*

### **4.1 Avaliação dos conceitos físicos**

Não vinculado ao jogo, foi produzido como tarefa de uma disciplina cursada por um dos autores desse trabalho, no programa de pós graduação em ensino de física da UFRJ, um questionário, que se encontra na íntegra no anexo 1, para avaliar o entendimento dos alunos em relação aos conceitos de velocidade e aceleração. O início da análise dessas questões, efetuado pelos autores e pela professora Luciana Dutra, foi um dos fatores levaram à modelagem das regras do jogo para o movimento uniformemente variado.

A análise das respostas desse questionário apontaram que muitos alunos confundem os conceitos aceleração e velocidade e também estabelecem uma relação de causa e consequência errônea entre os mesmos quando assumem que a velocidade é a causa da aceleração.

Os jogos propostos nesta dissertação são direcionados essencialmente à cinemática, um estudo descritivo do movimento, não se ocupando de suas causas, porém os autores viram nesta atividade a oportunidade de também fazer uma introdução do conceito de força, mesmo esse sendo parte do estudo da dinâmica. O conceito de força aparece no jogo para evidenciar que esta causa a aceleração, ou seja, causa a variação da velocidade.

Os conceitos de velocidade e aceleração estão presentes numa análise que vai do micro ao macro (dos movimentos das partículas ao movimento dos corpos celestes), uma falha na construção deste conceito no momento inicial pode prejudicar os processos de aprendizagem que demandam a relação destes mesmos conceitos com outros fenômenos.



## 4.2 Metodologia e análise do questionário

O questionário foi aplicado para 229 alunos, meus alunos e alunos da professora Luciana Dutra, do ensino diurno e noturno, da rede pública e privada, entre abril de 2010 a fevereiro de 2011. Este grupo é composto por alunos do 9<sup>o</sup> ano do Ensino Fundamental e alunos de todas as séries do Ensino Médio de diversas regiões do Estado do Rio de Janeiro. O grupo também foi classificado dentro da relação idade/série, o que identificou algumas defasagens de período escola e idade.

O problema detectado através da análise das respostas não estava relacionado com nenhuma diferença (faixa etária, turno que estudam, tipo de escola) entre os grupos de alunos, era uma observação comum a todos os grupos. Uma grande parcela dos alunos confunde os conceitos de aceleração e velocidade e outros demonstram necessidade de informações quantitativas sobre a variação da velocidade do corpo ou mesmo da velocidade em um determinado instante para organizar um raciocínio sobre a aceleração do corpo.

Constatamos que uma grande parte desses alunos, apesar de familiarizados com as relações matemáticas, não entendem as relações de proporcionalidade entre as grandezas velocidade e aceleração. Arons (1990), no livro *A Guide to Introductory Physics Teaching*, atenta para esse problema: a diferença entre conhecer e entender essas relações matemáticas. Segundo Arons, os alunos tem dificuldade em perceber todas as relações de proporcionalidade e de dependência entre as grandezas, bem como o significado dos símbolos que a elas são atribuídos.

Nas aulas de matemática os alunos conhecem o conceito de função e nessas aulas aprendem que quando escrevemos  $y = 3x + 5$ , estamos estabelecendo uma relação entre  $x$  e  $y$ , tal que  $y$  depende de  $x$ . É muito reforçada nos livros de matemática a dependência da incógnita que aparece isolada no primeiro membro da equação em relação a incógnita que aparece no segundo membro.

A variável que aparece no primeiro membro da equação é nomeada variável dependente, pois o valor que assumirá depende da variável do segundo membro. Foi observado pelos autores que fato da palavra “dependente” estar no mesmo campo semântico da palavra “causada” pode ser um dos motivos da relação estabelecida pelos alunos entre aceleração e velocidade. Em Dante (2010), pode-se verificar um exemplo de como a relação entre as variáveis de uma função é expressa nos livros de matemática:

Observe que o perímetro do quadrado é dado em função da medida do seu lado, isto é, o perímetro depende da medida do lado. A cada

valor dado para a medida do lado corresponde a um único valor para o perímetro. Como o perímetro depende da medida do lado, ele é a variável dependente, e a medida do lado é chamada de variável independente (DANTE, 2010, v.1, p. 72).

No ensino de Física, os professores apresentam aos alunos a relação matemática  $a = \Delta v / \Delta t$  e, de acordo com o que aprenderam nas aulas de matemática, muitos dos alunos concluem que a aceleração depende da variação da velocidade, ou seja, não percebem que a aceleração descreve como a variação de velocidade ocorre no tempo, ao invés de interpretarem a relação  $a = \Delta v / \Delta t$  como uma relação de proporcionalidade muitos alunos estabelecem uma relação de causa e consequência entre essas grandezas.

No estudo da dinâmica contempla-se o conceito de força, que causa a aceleração e, conseqüentemente, a variação da velocidade. Portanto se o aluno, no estudo de cinemática, entende que a variação da velocidade causa a aceleração, pode ser formado um “nó” conceitual que dificultará o entendimento do estudo dos movimentos de forma mais abrangente.

Os professores de física apresentam aos alunos a relação matemática  $a = \Delta v / \Delta t$  e, de acordo com o que aprenderam nas aulas de matemática, muitos alunos concluem que a aceleração depende da variação da velocidade, ou seja, não percebem que a aceleração descreve como a variação de velocidade ocorre no tempo, ao invés de interpretarem a relação  $a = \Delta v / \Delta t$  como uma relação de proporcionalidade muitos alunos estabelecem uma relação de causa e consequência entre essas grandezas.

O estabelecimento dessa relação de causa e consequência não causaria problemas, assim como não causa para a resolução de muitos problemas presentes nos livros de matemática que trabalham com funções sem contextualização, se não estivéssemos apoiados em uma dinâmica baseada no conceito de força, que causa a aceleração e, conseqüentemente, a variação da velocidade.

Tomar a variação de velocidade como causa da aceleração pode vir de uma necessidade cognitiva de conhecer as causas do fenômeno para entendê-lo. Será que é válido então estudarmos o movimento sem ao menos mencionar o que provocou o seu início ou sua alteração? Mesmo que façamos o estudo da dinâmica dos movimentos em outro momento, não seria necessário o professor se preocupar em enfatizar que em cinemática fazemos o estudo dos movimentos que são iniciados ou modificados pela ação de forças, que são os agentes que causam aceleração, ou seja, mudança na velocidade do corpo?

## 4.3 Modificação na regra do jogo

Uma das questões que chama a atenção para a situação supracitada é aquela em que o aluno observa um elevador que se desloca do 3<sup>o</sup> para o 7<sup>o</sup> andar de um prédio e precisa descrever como se comporta a aceleração ao longo desse deslocamento.

Tão importante quando observar que a maior parte dos alunos respondeu que o elevador apresentou aceleração sempre para cima, o que indica que estes confundem aceleração com velocidade, é observar que a quantidade de alunos que optou pela resposta correta, na qual o elevador apresentou aceleração para cima em um trecho e para baixo em outro, é a mesma quantidade dos que acreditam que nada se podia afirmar sobre a aceleração pois não havia informação sobre a velocidade.

Essa questão também nos mostra que muitos desses alunos não percebem a velocidade como uma grandeza vetorial, pois nesta questão foram dadas informações sobre a direção e o sentido da velocidade, só não foram explicitados valores para o módulo da velocidade.

Outra questão que se destaca num mesmo âmbito é a questão 13 do questionário, onde duas situações são postas para os alunos: Na primeira, uma bola é lançada para cima, verticalmente; na segunda, uma bola é solta do alto de uma torre. Os resultados são apresentados nas Tabelas 2 e 3.

Nesta questão, somente 8% dos alunos optaram pela resposta considerada correta que afirma que, em ambas as situações, a bola apresenta a mesma aceleração. Entretanto, nos chama a atenção a quantidade de alunos que optaram pela alternativa que afirma que na primeira situação a aceleração depende da velocidade inicial e, na segunda situação, a aceleração depende da altura em que a bola foi largada. Os autores desse trabalho acreditam que o destaque a essa escolha pelos alunos se dá pelo fato dele tentar buscar na velocidade uma causa para a aceleração.

## 4.4 Conclusão da análise das questões

Todos os alunos que responderam o questionário já haviam tido contato com os conceitos de velocidade e aceleração e com a relação matemática  $a = \Delta v / \Delta t$  em cinemática, momento em que ainda não se havia trabalhado o conceito de força, apresentado na Dinâmica. Desta forma, desconhecendo-se o agente causador da aceleração, o aluno estabelece uma relação de causa e consequência equivocada: Se para obter um valor para o módulo da aceleração basta apenas conhecer o módulo da variação temporal da velocidade,

Tabela 2: Frequência de respostas à questão 11

Q11 – Um elevador parte do terceiro andar e vai até ao sétimo andar. Esse movimento:

	Frequência	Porcentagem acumulada	Porcentagem acumulada
Não apresentou aceleração em nenhum momento.	8,0	3,5	3,5
Necessariamente apresentou aceleração para cima em um trecho e para baixo em outro.	52,0	22,8	26,3
Apresentou aceleração sempre para cima.	105,0	46,1	72,4
Apresentou aceleração sempre para baixo.	6,0	2,8	75,0
Nada podemos afirmar sobre aceleração pois não temos nenhuma informação sobre a velocidade.	52,0	22,8	97,8
Em branco	5,0	2,2	100,0
Total	228,0	100,0	

**Tabela 3:** Frequência de respostas à questão 13

Q13 - Considere as situações:

I - Uma bola é lançada para cima, verticalmente.

II - Uma bola é solta do alto de uma torre.

Podemos afirmar que:

	Frequência	Porcentagem acumulada	Porcentagem acumulada
Nas duas situações, a bola tem mesma aceleração.	18,0	7,9	7,9
Na primeira situação a aceleração é vertical e para cima e na segunda a aceleração é vertical e para baixo.	87,0	38,2	46,1
A aceleração depende da velocidade com que a bola é lançada na situação I e de que altura é solta na situação II.	93,0	40,8	86,8
Nenhuma das respostas anteriores está correta.	13,0	5,7	92,5
Nada podemos afirmar sobre aceleração pois não temos nenhuma informação sobre as velocidades.	13,0	5,7	98,2
Em branco	4,0	1,8	100,0
Total	228,0	100,0	

concluem que o que causa a aceleração é a variação da velocidade.

A partir da análise dos questionários, observamos que há uma necessidade de discussão a respeito da influência da linguagem matemática, que reforça as relações de proporcionalidade entre as grandezas em questão e como essas relações de proporcionalidade são extrapoladas para uma equivocada relação de causa e consequência.

Propomos que a apresentação da relação  $a = \Delta v / \Delta t$  seja substituída por  $\Delta v = a\Delta t$ , que evidencia o seguinte raciocínio: A variação de velocidade sofrida pelo corpo depende da aceleração a qual ele está sujeito. A relação de causa e consequência entre força e aceleração será reforçada no estudo da dinâmica com  $F = ma$ , que evidencia o seguinte raciocínio: A aceleração apresentada por um corpo depende da intensidade da força resultante nele aplicada.

Sendo assim, é proposto que o conceito de força como agente causador da variação da velocidade seja mencionado no início do estudo de cinemática, podendo ser feito através do jogo, para posteriormente ser trabalhado com mais rigor em dinâmica. Por isso, no Ludo do Movimento Uniformemente Variado, o dado de faces pares, que é utilizado para determinar a aceleração do corpo foi nomeado dado “Força”.

# ***5 O Ludo do Movimento Uniforme e do Movimento Uniformemente Variado***

## **5.1 A função do jogo**

Os jogos propostos neste trabalho têm como finalidade a construção de equações que descrevam os movimentos realizados por peças que se deslocam em um tabuleiro; a organização, em tabelas, dos dados observados a respeito desses movimentos; a construção de gráficos que representam o movimento das peças no tabuleiro e a discussão de como esses elementos são construídos, visando uma interação que promova a familiarização com a linguagem científica.

Experimentos em cinemática que permitam 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.

Quando a escola não dispõe de um laboratório equipado para a realização desses experimentos, podem ser utilizados vídeos ou programas computacionais de simulação, mas apesar de todo o desenvolvimento tecnológico ainda é fato que muitas escolas não são equipadas com computadores e aparelhos de audiovisual.

Frente a essas dificuldades, propõe-se então, jogos analógicos para que essas medidas sejam feitas para peças que se deslocam em um tabuleiro, onde cada casa é uma unidade de deslocamento e que em cada jogada o lançamento de um dado determina quantas unidades de tempo estão se passando. Após os alunos estarem familiarizados com o jogo, entenderem suas regras, perceberem as relações de dependência entre os elementos do jogo e serem capazes de expressar os acontecimentos de uma partida através da linguagem gráfica, pode-se realizar uma comparação da situação simulada pelo jogo, com a situação

proposta por um problema de cinemática.

Atividades lúdicas, como a proposta desse trabalho, podem conduzir os alunos ao aprendizado significativo pois sendo aplicadas antes do que se deseja ensinar, neste caso cinemática, funcionam como organizadores prévios. Por isso, é importante que antes da utilização do jogo se faça uma investigação, através de bate-papo ou questionário, para perceber o que os alunos envolvidos na proposta já sabem sobre cinemática, ou o que eles trazem como verdade adquirida pelo senso comum.

A partir das informações que os alunos já sabem o professor pode aproveitar os jogos que estão sendo sugeridos para desenvolver os subsunçores necessários para o ensino de cinemática. Muitos dos conceitos da cinemática já fazem parte do cotidiano desses alunos mas esses ainda não tiveram a experiência de analisar estes elementos. Conhecendo os elementos que já fazem parte da estrutura cognitiva dos alunos, podemos interagir com eles durante o jogo e esclarecer dúvidas sobre algumas situações do cotidiano tais como, por exemplo, as indicações de limite de velocidade das estradas.

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 relação da outra. Os jogos propostos devem permitir inclusive, calcular o deslocamento e a velocidade das peças, o que não se realiza com tanta facilidade quando se observa a maioria dos movimentos no cotidiano.

Nestes jogos os alunos constroem tabelas de dados sobre o movimento das peças, através dessas tabelas constroem gráficos, têm a experiência de utilizar incógnitas para fazer referência a um observável e construir equações que traduzam uma situação física.

Esse processo de construção das tabelas, gráficos e equações elucidada sobre como e para quê os cientistas utilizam essas linguagens. Os alunos podem perceber a partir dessa experiência que os físicos utilizam modelos matemáticos para expressar, registrar e entender melhor a natureza assim como os que eles constroem para registrar os dados observados na partida do jogo.

O estudo cinemático é muito abstrato, descrever o movimento de um corpo através de gráficos e equações, ou através desses conseguir visualizar o movimento de um corpo são habilidades que estão vinculadas ao conhecimento e a utilização da linguagem científica oral, escrita, gestual, as tabelas, os gráficos e as funções.

Belluco e Carvalho (2008) acrescentam que aprender Ciência é se engajar nas formas



dos cientistas construírem seus conhecimentos, o que envolve o trabalho em grupo, e também, um processo individual de atribuição de significados e construção de conhecimentos (BELLUCO; CARVALHO, 2008).

Para descrever movimentos os cientistas utilizam vários tipos de linguagem citadas pois cada uma delas é mais apropriada para evidenciar determinado tipo de elemento observado. Carmo (2006) chama a atenção para a importância de abordar no ensino diferentes linguagens utilizadas na construção e na comunicação da ciência:

[...] não se faz e não se comunica Ciência somente pela linguagem oral ou pela escrita, pois a sua linguagem é um híbrido semiótico, contendo, ao mesmo tempo, um componente verbal-tipológico e outro matemático-gráfico-operacional-topológico (CARMO, 2006).

A contribuição da atividade proposta nesta dissertação tem início antes do começo da partida do jogo. A construção do tabuleiro e das peças que nele se locomovem também são tarefas didaticamente ricas.

O tabuleiro é confeccionado em uma folha de papel cartão, onde é desenhado uma trilha, com no mínimo duzentas casas (adiante será explicado essa exigência). Cada uma das casas da trilha será considerada uma unidade de deslocamento. As peças que se deslocarão serão sólidos geométricos, que os jogadores receberão as respectivas planificações para realizar a montagem e decoração. Também serão construídos dados que determinarão posição, velocidade e variação temporal ao longo das partidas.

Essa etapa, da construção dos jogos, é interessante para trabalhar a visão espacial dos alunos, discutir a diferença entre área e volume e dar a oportunidade aos alunos de mostrar e criar habilidades manuais e artísticas, não menos importantes que o aprendizado científico.

É recomendável que em cada tabuleiro joguem quatro participantes, podendo ser no mínimo dois. A recomendação de quatro participantes é devido a possibilidade de comparação de diferentes gráficos construídos ao longo das partidas.

O número mínimo de casas exigidas no tabuleiro é para que seja possível os jogadores observarem a diferença entre dois movimentos uniformes com velocidades de módulos diferentes e como essa diferença é apresentada nos gráficos.

## 5.2 Confeção do tabuleiro

### 5.2.1 Material utilizado

1. Uma folha de papel cartão ou cartolina para o tabuleiro.
2. Pedacos quadrados de aproximadamente  $100 \text{ cm}^2$  de papel cartão ou cartolina para a construção das peças.
3. Canetas hidrocor, lápis de cor ou giz de cera.
4. Cola bastão.

### 5.2.2 Como preparar o tabuleiro

O tabuleiro do jogo é uma trilha dividida em várias casas numeradas. O formato da trilha é livre, mas é preciso que ela tenha aproximadamente 200 casas para o Ludo do Movimento Uniforme e aproximadamente 300 para o ludo do movimento uniformemente variado, pois nesse último jogo os deslocamentos das peças são muito grandes devido aos valores que as velocidades podem atingir no movimento acelerado das peças.

É necessário também confeccionar dois dados e alguns objetos (um para cada jogador), para se locomoverem na trilha. Esses objetos se deslocarão no tabuleiro com velocidades determinadas pelo lançamento de dados e mantidas constantes por cinco jogadas. A unidade de medida da velocidade das peças será casas/unidade de tempo.

Para a construção dos dados e das peças o professor deve fornecer a planificação de sólidos geométrico para que os alunos utilizem como molde. Um dos dados apresenta apenas valores pares. Esse dado é para ser utilizado na determinação da aceleração no Ludo do Movimento Uniformemente Variado.

O deslocamento para um corpo que realiza movimento uniformemente variado é dado pela equação  $\Delta S = (V + V_0) / 2 \Delta t$ , onde  $\Delta S$  representa o deslocamento da peça,  $V$  a velocidade final,  $V_0$  a velocidade inicial e  $\Delta t$  o intervalo de tempo para realizar o percurso considerado. Sendo assim, para garantir que o deslocamento será um valor inteiro, e conseqüentemente que as peças se deslocarão em quantidades inteiras de “casas” na trilha, é necessário que o valor de  $(V + V_0)$  seja um número par. Como o jogo considera que todas as peças começam com velocidade nula, basta que seja admitido apenas valores pares para o módulo da aceleração das peças.

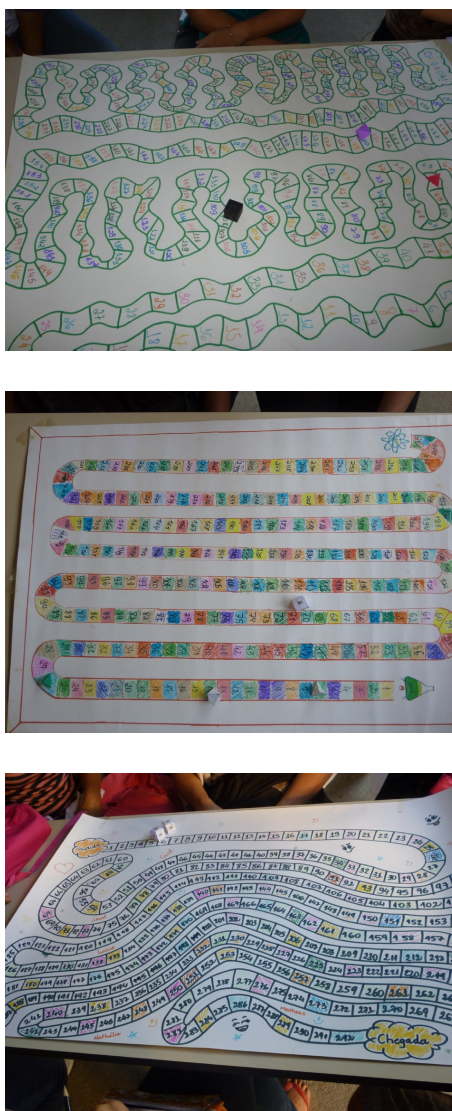
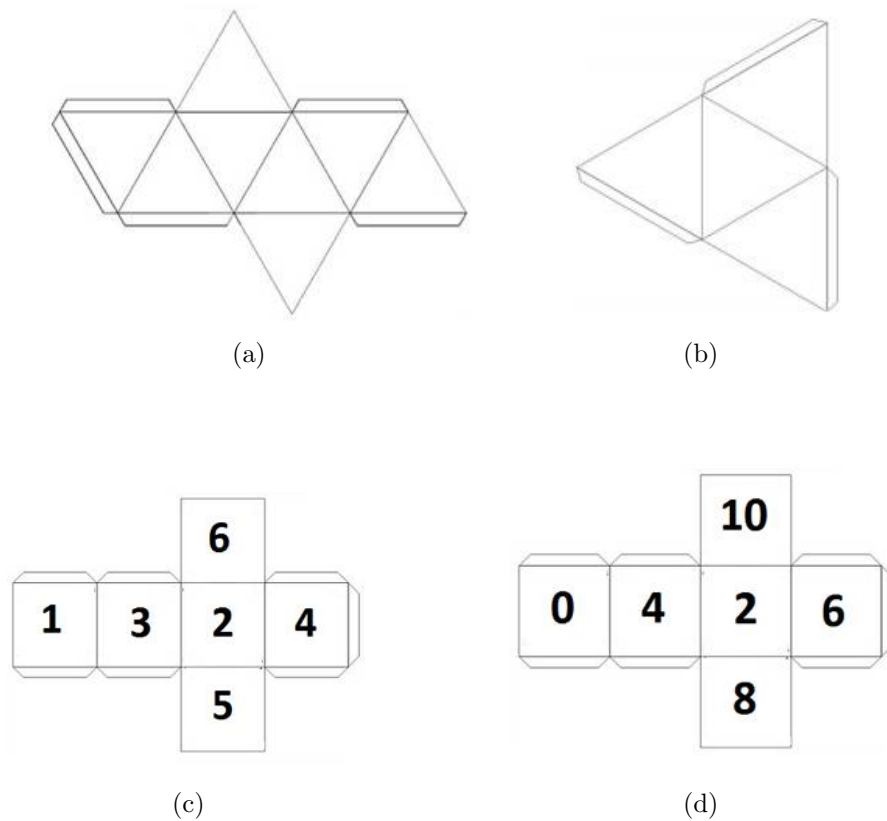


Figura 5: Alguns tabuleiros feitos pelos alunos.

## 5.3 Regras do jogo do Ludo do Movimento Uniforme

OBS: utilizar dois dados com faces numeradas de 1 a 6.

1. Para decidir quem começará a jogar, os jogadores devem lançar os dois dados, o primeiro a se movimentar será o jogador que obtiver maior soma, e assim sucessivamente.
2. Ainda baseado nos valores obtidos pelo lançamento de dados citado na regra nº 1, o maior valor apresentado pelos dados indica por qual “casa” da trilha o jogador começará a partida e o menor valor obtido será considerado o módulo da velocidade com a qual a peça passa por essa posição inicial. Se os dois dados apresentarem o



**Figura 6:** “Dados” empregados no jogo. (a) Octaedro regular. (b) Tetraedro regular. (c) Cubo regular. (d) Cubo regular com valores pares.

mesmo valor o jogador deverá lançar novamente até obter valores distintos.

3. A velocidade sorteada será mantida constante por 5 jogadas, depois um dado deve ser lançado para determinar a velocidade das cinco próximas jogadas e assim sucessivamente.

A mudança da velocidade a cada cinco jogadas permite que o jogador observe a influência de diferentes valores de velocidade na determinação do deslocamento e depois perceba como essa mudança de velocidade é explicitada graficamente.

4. Nesse jogo o tempo de percurso também é sorteado através do lançamento do dado. Cada jogador lança o dado determinando durante quantas unidades de tempo a sua peça se deslocará. Multiplicando o valor referente ao intervalo de tempo com o módulo da velocidade previamente determinada, o jogador obtém o número de casas que deslocará sua peça.
5. Ao longo da partida os jogadores preenchem uma tabela como a mostrada a seguir.
6. Vence quem chegar ao final da trilha em menos tempo.

**Tabela 4:** Tabela aplicada ao movimento uniforme.

Jogada	velocidade	valor obtido através do dado (duração da jogada)	número de casas que andou (variação da posição)	acumulo de valores obtidos (duração da partida)	casa alcançada (posição final)
1 <sup>a</sup>					
2 <sup>a</sup>					
3 <sup>a</sup>					
4 <sup>a</sup>					
5 <sup>a</sup>					

## 5.4 Regras do jogo do Ludo do Movimento Uniformemente Variado

OBS: Utilizar um dado com faces numeradas de 1 a 6 (dado simples) e um dado com faces numeradas apenas com valores pares de 0 a 10 (dado par).

1. Para decidir quem começará a jogar, os jogadores devem lançar os dois dados, o primeiro a se movimentar será o jogador que obtiver maior soma, e assim sucessivamente.
2. Ainda baseado nos valores obtidos pelo lançamento de dados citado na regra nº 1, o valor obtido pelo dado simples será a posição inicial que a peça ocupará e o valor obtido pelo dado par será a aceleração da peça.
3. Nesse jogo o tempo de percurso também é sorteado através do lançamento do dado. Cada jogador lança o dado determinando durante quantas unidades de tempo a sua peça se deslocará. Multiplicando o valor referente ao intervalo de tempo com o módulo da aceleração previamente determinada, o jogador obtém o valor da variação de velocidade nessa jogada.

Conhecendo então a velocidade inicial e final da peça em uma jogada o jogador deve calcular o deslocamento baseado no Teorema da velocidade média. Desta forma o jogador determinará o deslocamento da peça do mesmo jeito que fazia no Ludo do Movimento Uniforme, multiplicando a velocidade pelo intervalo de tempo da jogada, mas neste caso a velocidade considerada será a média entre as velocidades inicial e final que a peça apresenta na jogada.

4. A cada cinco jogadas a aceleração deve ser definida novamente através do lançamento de um dado. Isso permite que o jogador observe a influência de diferentes valores de aceleração na determinação do deslocamento e depois perceba como essa mudança de aceleração é explicitada graficamente.
5. Ao longo da partida os jogadores preenchem uma tabela como a mostrada a seguir.
6. Vence quem chegar ao final da trilha em menos tempo.

**Tabela 5:** Tabela aplicada ao movimento uniformemente variado

casa inicial							
Jogada	aceleração (casa/duração)	velocidade inicial	valor obtido através dos dados	velocidade final	número de casas que andou	acumulo de valores	casa alcançada posição final
(duração da jogada)				(variação da posição)			(duração da partida)
(posição final)							
1 <sup>a</sup>							
2 <sup>a</sup>							
3 <sup>a</sup>							
4 <sup>a</sup>							
5 <sup>a</sup>							

## 5.5 Construção dos gráficos

A construção dos gráficos deve ser feita para os dois jogos, o Ludo do Movimento Uniforme e o Ludo do Movimento Uniformemente Variado. Com os dados armazenados na tabela, que será completada para todas as jogadas até o final da partida, os alunos devem construir dois gráficos: um da velocidade da peça em função da duração da partida e outro da posição da peça em função do instante de tempo da partida.

Os alunos apresentam muitas dificuldades na construção dos gráficos: determinação da escala a ser utilizada, marcação dos pontos no plano cartesiano, ajuste de uma curva aos pontos marcados no plano cartesiano. É importante que o professor antes de dar início a essa parte da tarefa discuta com os alunos sobre como realizar essas construções.

Quando os gráficos estiverem prontos os alunos devem ser questionados sobre as diferentes inclinações das curvas nos gráficos no trecho referentes às cinco primeiras jogadas e no trecho referente às cinco jogadas seguintes. Também é interessante que os grupos troquem de gráficos e realizem a tarefa de narrar a partida do outro grupo através da observação dos gráficos recebidos.

Nas Figuras 7, 8, 9, 10 e 11 apresentamos alguns exemplos dos gráficos construídos pelos alunos baseados nas tabelas de dados coletados na partida do jogo.

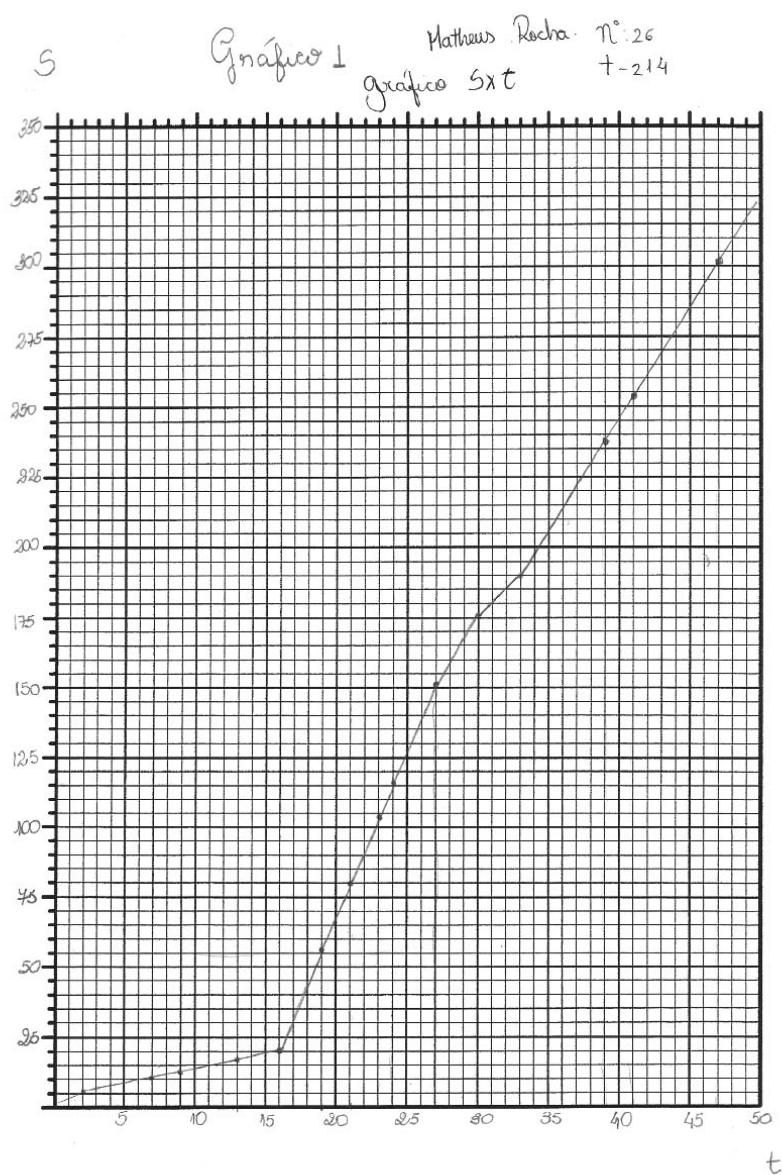


Mathews Rocha  
n.º: 26  
t-214

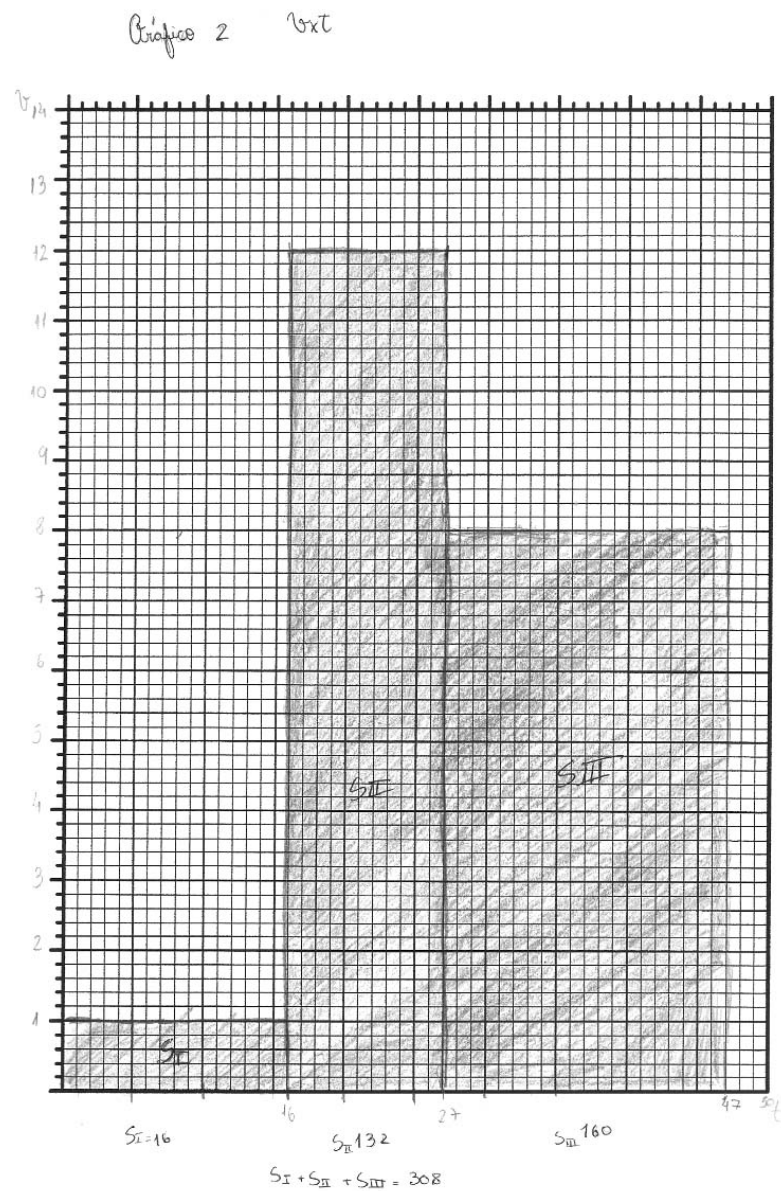
Tabela 1. Tabela básica para o jogo ( movimento uniforme)

Jogada	Velocidade (casas/tempo)	Valor obtido através do dado  Intervalo de TEMPO da Jogada	Casa inicial 4		Casa avançada  Posição final
			Acúmulo de valores obtidos pelo dado  TEMPO total  (1)	Número de casas que andou  Variação de posição	
1ª	1	2	2	2	6
2ª	1	5	7	5	11
3ª	1	2	9	2	13
4ª	1	4	13	4	17
5ª	1	3	16	3	20
6ª	12	3	19	36	56
7ª	17	2	21	24	80
8ª	12	2	23	24	104
9ª	12	1	24	12	116
10ª	12	3	27	36	152
11ª	8	3	30	24	176
12ª	8	3	33	24	200
13ª	8	6	39	48	248
14ª	8	2	41	16	264
15ª	8	6	47	48	312
16ª	2	6	53	12	324
17ª	2	2	55	4	328
18ª	2	6	61	12	340
19ª	2				
20ª	2				
21ª					
22ª					

Figura 7: Tabela básica para o jogo ( movimento uniforme).



**Figura 8:** Gráfico da posição vs. instante de tempo obtido para o jogo do movimento uniforme.



**Figura 9:** Gráfico da velocidade vs. instante de tempo obtido para o jogo do movimento uniforme.

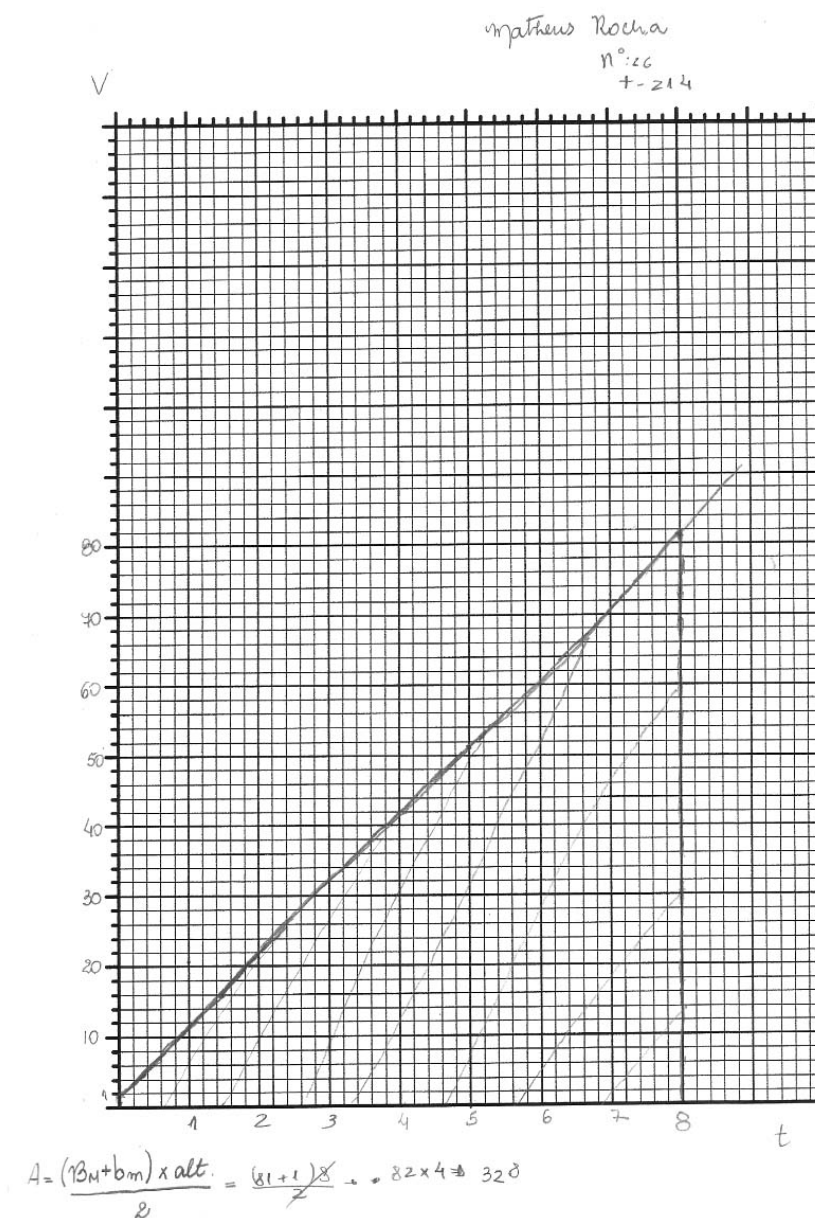
Mathius Rocha

Tabela 2. Tabela básica para o jogo (movimento uniformemente variado)

$n = 26$   
 $t = 214$

Jogada	Aceleração (casas/duração <sup>2</sup> )	Velocidade inicial ↓ ↓	Casa inicial: 4		Acúmulo de valores obtidos pelo dado TEMPO total	Número de casas que andou Variação de posição	Casa avançada Posição final
			Valor obtido através do dado Intervalo de TEMPO da jogada	Velocidade Final ↓			
1ª	10	1	5	5	5	130	134
2ª	10	5 1	3	8	8	198	382
3ª	10				9		
4ª	10						
5ª	10						
6ª							
7ª							
8ª							
9ª							
10ª							
11ª							
12ª							
13ª							
14ª							
15ª							
16ª							
17ª							
18ª							
19ª							
20ª							
21ª							

Figura 10: Tabela básica para o jogo (movimento uniformemente variado).



**Figura 11:** Gráfico da velocidade vs. instante de tempo obtido para o jogo do movimento uniformemente variado.

## 5.6 Emprego do Ludo do Movimento Uniforme

O Ludo do Movimento Uniforme foi utilizado pela primeira vez em 2004, com uma turma de nono ano do ensino fundamental. A faixa etária dos alunos era 13 a 15 anos e era o primeiro ano que os alunos tinham aulas de Física.

Com a pretensão de utilizar o jogo para o ensino de cinemática foi preparado um questionário para avaliar o conhecimento que eles tinham sobre o assunto. A intenção era verificar as respostas e através delas apontar durante o jogo elementos que fizessem que os alunos refletissem sobre o que responderam. O questionário utilizado é apresentado a seguir:

Questionário aplicado para as primeiras turmas que utilizaram o jogo:

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:

Os questionários foram distribuídos no início de uma aula e foi pedido para os alunos responderem e entregarem ao término da mesma. A professora levou os questionários para casa, os analisou, mas não os corrigiu. Na aula seguinte, devolveu os questionários para os alunos e discutiram as respostas, para que eles fizessem as correções.

As respostas referentes a primeira pergunta comprovavam que os alunos perceberam a velocidade e o tempo como grandezas inversamente proporcionais. Na discussão sobre essa questão a professora aproveitou para trabalhar com os alunos a mesma situação da questão porém idéia mantendo constante um outro parâmetro e variando a distância,

**Tabela 6:** Tabela aplicada ao movimento uniforme

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

comparando por exemplo, o trajeto de casa à escola realizado por dois alunos que não residem no mesmo o local.

Quanto a segunda pergunta, todos os alunos responderam “acelerador” e, na discussão sobre as respostas, foi perguntado: “O que é aceleração?”. A resposta imediata e unânime foi: “Aumento de velocidade.”

A professora então explicou para os alunos que o termo aceleração em física tem um significado diferente do que geralmente é utilizado no cotidiano: Acelerar é variar a velocidade, não necessariamente aumentar sua intensidade. Inclusive, quando a velocidade diminui em uma frenagem, por exemplo, tem-se uma aceleração. Neste momento também foi importante comentar o caráter vetorial da velocidade e a diferença entre a aceleração tangencial, representada no jogo, e a aceleração centrípeta, não abordada nesta tarefa.

Quanto à sinalização das placas, foi perceptível que alguns alunos confundiam posição com velocidade, pois não prestavam atenção nas unidades de medida das grandezas que aparecem na sinalização. Essa questão foi interessante para justificar a cobrança dos professores para que os alunos não esqueçam de colocar as unidades de medida quando expressam uma resposta.

Na quarta questão tem-se o valor pago por um serviço variando linearmente em função do tempo de utilização do mesmo. Os alunos conseguiram perceber que podiam escrever uma relação matemática que expressava essa dependência entre o valor pago e o tempo de acesso. Essa pergunta foi importante para os alunos perceberem que as relações matemáticas são formas sucintas de expressar a relação entre as grandezas, ou melhor, perceberam que as “fórmulas” são ricas em significado.

Após esta discussão foi proposto aos alunos confeccionar um jogo para brincar, com a intenção de aprender algumas coisas que os ajudariam no aprendizado dos conceitos de cinemática. A turma foi dividida em grupos e cada um desses grupos confeccionou um tabuleiro do jogo, tarefa de casa, e providenciaram objetos para locomoção sobre os tabuleiros.

Na aula que trouxeram o material para o jogo, os alunos foram conduzidos ao refeitório da escola, um lugar mais amplo que a sala de aula, que permitia a melhor organização dos grupos. Foram explicadas as regras do jogo e distribuídas tabelas para anotação do desenvolvimento da partida. O tempo de aula era 45 minutos e as partidas terminaram em horário que impossibilitava que os gráficos fossem feitos no mesmo dia.

Em outra aula, a professora utilizou uma tabela do jogo para mostrar aos alunos como eles como poderiam colocar as informações que constavam nas tabelas em gráficos. Após a demonstração foi pedido que realizassem a tarefa da construção dos gráficos.

Com os gráficos prontos foi feita a análise dos mesmos. Nos gráficos da posição em função do instante de tempo da partida, comparou-se a inclinação da reta obtida com os pontos das primeiras cinco jogadas com a reta obtida com os pontos das cinco seguintes. Foi calculado o coeficiente angular das retas e verificado que estes eram numericamente iguais ao módulo da velocidade do móvel no intervalo de tempo considerado.

Foi pedido para os alunos atentarem para a posição alcançada que era 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 os alunos conseguiram escrever a posição em função do tempo e da velocidade da seguinte forma:

$$\text{Posição} = \text{Posição anterior} + \text{velocidade} \times \text{intervalo de tempo decorrido.}$$

Calculou-se também a área abaixo da curva no gráfico da velocidade em função do



instante de tempo e o resultado foi comparado com o alcance da peça visualizado no gráfico da posição em função do instante de tempo.

De 2005 a 2007 o jogo foi aplicado, todos os anos, em turmas do 9<sup>o</sup> ano e em turmas da 1<sup>a</sup> série do ensino médio, e nenhuma alteração foi realizada durante esses anos. Uma experiência não satisfatória foi a aplicação do jogo em um turma de 9o ano composta por 56 alunos. A quantidade de alunos não permitiu que o trabalho fosse realizado com a intervenção necessária do professor.

Para que o jogo ajude no processo de aprendizagem é necessário da intervenção do professor, questionando os alunos a respeito das posições alcançadas, das ultrapassagens realizadas e do tempo que cada móvel está se deslocando. Essas intervenções instigam os alunos para pensar sobre os fatores que determinam o movimento dos móveis e a correlação entre os mesmos. Essa não foi a única vez que tive que o jogo foi utilizado com turmas numerosas e o problema enfrentado foi contornado com a utilização de projetores de slides

Na utilização do jogo com turmas muito grandes o tabuleiro do jogo foi projetado em uma das paredes da sala de aula, permitindo que todos os alunos o visualisassem. Foram utilizados dois círculos de cartolina colorida com fita adesiva para se deslocarem no tabuleiro. Nestes casos a turma teve que ser dividida em dois grandes grupos e alunos eram escolhidos aleatoriamente para lançar os dados. Todos os alunos completaram as tabelas e confeccionaram os gráficos.

Em 2008 o jogo não foi utilizado e, em 2009, tornou a ser utilizado no Colégio Estadual Aura Barreto, e foi aplicado em turmas de 1<sup>o</sup> ano do ensino médio, noturno. Eram turmas grandes e além disso tinha alunos com defasagem de faixa etária, o que dificultava o diálogo entre todos eles; pouco familiarizados com equações e também não compreendiam a linguagem gráfica.

Para essas turmas não foi pedido que confeccionassem o tabuleiro, o tabuleiro do jogo foi desenhado na lousa. A turma foi dividida em dois grupos e cada grupo era representado por bolinhas de cores diferentes na lousa. Para que todos interagissem, alunos escolhidos aleatoriamente lançavam o dado e todos calculavam qual deveria ser o deslocamento da bolinha.

Após algumas jogadas foi perguntado a turma quais fatores influenciavam na posição que a bolinha iria alcançar e eles concluíram que dependia da posição que estava anteriormente e do quanto iria avançar. Então foi perguntado quais fatores influenciavam no quanto cada peça iria avançar no tabuleiro e eles concluíram que dependia da velocidade

e do valor sorteado com o dado (valor esse que determinava a duração do movimento):

Posição = Posição anterior + velocidade  $\times$  intervalo de tempo decorrido.

$$S = S_0 + V \times t$$

Utilizando uma tabela similar as completadas, a professora construiu um gráfico da posição em função do tempo e um gráfico da velocidade em função do tempo para mostrar aos alunos como os dados da tabela poderiam ser expressos graficamente. Após a demonstração os alunos construíram seus gráficos. Essa tarefa se estendeu por três aulas de 40 minutos cada. A professora apontava uma característica das curvas dos gráficos e perguntava o seu significado como, por exemplo, em:

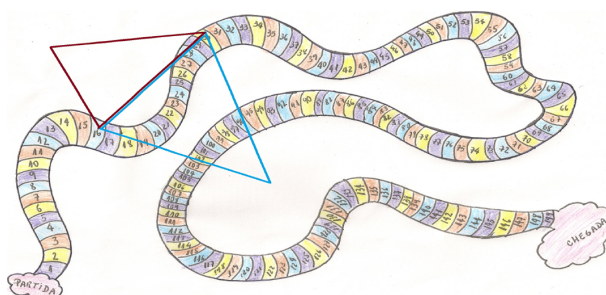
- Porque nesse trecho a inclinação da reta ( no gráfico da posição em função do tempo) é maior do que naquele trecho?
- Porque essa reta não está inclinada ( no gráfico da velocidade em função do tempo)? Isso significa que a peça não se moveu nessa jogada?

Em 2010, o jogo foi novamente utilizado com alunos do Colégio Estadual Aura Barreto e, dessa vez, também com o tabuleiro do jogo desenhado na lousa, foi explicado a eles o caráter vetorial das grandezas posição, deslocamento e velocidade da seguinte forma:

A professora escolheu dois pontos da lousa para serem referenciais. Definiu como vetor posição de um determinado corpo o vetor que tinha origem no referencial adotado e extremidade no ponto onde o corpo se encontrava. Utilizando fitilhos coloridos e esticou um pedaço de fitilho com uma extremidade em um dos referenciais e a outra extremidade na casa onde se encontrava o objeto. Fez a mesma coisa, com fitilho de cor diferente, utilizando o outro referencial. Após uma jogada, a professora utilizou outros pedaços de fitilho, das mesmas cores utilizadas anteriormente, saindo dos mesmos referenciais, para representar os novos vetores posição.

O vetor deslocamento foi definido como o vetor que tem origem na extremidade do vetor posição inicial e extremidade comum a extremidade do vetor posição final. Com outros dois pedaços de fitilho a professora representou os vetores deslocamentos, mostrando aos alunos que estes independem do referencial adotado.

Foi falado aos alunos também sobre o caráter vetorial da velocidade, frisando que apesar do módulo da velocidade se manter constante a direção pode variar, bastando



**Figura 12:** Tabuleiro com os vetores deslocamento para dois observadores diferentes.

apenas que haja aceleração centrípeta, aceleração essa que não tinha uma representação no jogo.

## 5.7 Emprego do Ludo do Movimento Uniformemente Variado

As regras do jogo para o movimento uniformemente variado só foram elaboradas em 2010 e aplicadas em 2011. Alunos de uma turma de 1<sup>o</sup> período do IFRJ — Unidade de Nilópolis realizaram partidas do Ludo do Movimento Uniforme e do Ludo do Movimento Uniformemente Variado.

Os alunos que participaram dessa atividade apresentavam muita dificuldade na leitura e confecção de gráficos. Eles tinham aulas práticas e constantemente construía gráficos (utilizando programas computacionais) para compor o relatório da prática, por isso foi perguntado a alguns desses alunos como faziam os gráficos do relatório e uma das respostas obtidas foi:

“— É só jogar os dados no computador que o gráfico fica pronto.”

Esses alunos tinham o mesmo problema que algumas pessoas que utilizam calculadoras, que por não conhecerem os algoritmos das operações não são capazes de avaliar se o resultado mostrado pela máquina é coerente.

Os autores desse trabalho não condenam a utilização de programas que auxiliam na construção dos gráficos, mas questionam o uso dos mesmos antes da familiarização desses alunos com a linguagem gráfica. O processo de construção dos gráficos, que é ocultado por esses programas, é essencial para o entendimento dessa linguagem.

De acordo com os PCN, um dos objetivos de matemática para o segundo ciclo do ensino fundamental é aprender a trabalhar com a linguagem gráfica: Recolher dados e informações, elaborar formas para organizá-los e expressá-los, interpretar dados representados sob forma de tabelas e gráficos e valorizar essa linguagem como forma de comunicação

Mesmo sendo recomendado pelos parâmetros curriculares nacionais e estando presente nos livros didáticos de matemática do ensino fundamental, o estudo dos gráficos no ensino fundamental não tem se mostrado eficiente.

Muitos alunos chegam ao ensino médio como se não tivessem visto esse conteúdo. Uma evidência desse problema é a recomendação no documento PCN+Física onde uma das competências a serem desenvolvidas no ensino médio, através das aulas de física é ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas.

Percebendo as dificuldades dos alunos, o objetivo ao utilizar o jogo nessa turma era principalmente analisar os gráficos que representavam o movimento dos móveis no tabuleiro e mostrar a validade do teorema do valor médio.

Os alunos participaram da atividade com muita empolgação. Não deixaram de fazer as anotações nas tabelas. Também foi mostrado para eles como marcar os primeiros pontos nos gráfico e depois eles conseguiram continuar marcando. A coleta dos dados já era um processo familiar para esses alunos. A dificuldade desses alunos para interpretar e ler gráficos estava vinculada ao não conhecimento do processo de construção dos mesmos.

Utilizamos o Ludo do Movimento Uniforme e logo após o Ludo do Movimento Uniformemente Variado.

Para o movimento uniforme construíram o gráfico da posição em função do tempo e o gráfico da velocidade em função do tempo. Calcularam a área abaixo da curva do gráfico velocidade vs. tempo e compararam o valor obtido com o deslocamento mostrado no gráfico posição vs. tempo.

Quando jogavam o Ludo do Movimento Uniformemente Variado a professora explicou para os alunos que o deslocamento das peças seria determinado quase da mesma forma que calculado no Ludo do Movimento Uniforme, porém como a velocidade variava iriam utilizar o teorema da velocidade média, ou seja, determinariam o deslocamento de um móvel que se deslocava com velocidade constante igual a média entre as velocidades inicial e final apresentadas no movimento uniformemente variado. Construíram os gráficos velocidade vs. tempo e calcularam a área abaixo da curva comprovando o teorema.



**Figura 13:** Alunos em plena atividade durante uma partida.

Depois da construção dos gráficos os grupos trocaram de gráficos e realizaram a tarefa de um grupo tentar narrar como foi a partida vivenciada por outro. No início os alunos cometeram vários erros, mas depois com a discussão sobre o que estava correto e quais eram os equívocos cometidos pelos grupos eles conseguiram descrever corretamente o que aconteceu no outro grupo.

Após o jogo alguns alunos comentaram o que aprenderam. Duas frases nos chamaram muita atenção:

“— Ahhh!!! Quer dizer que eu não preciso dar a volta ao mundo para descobrir quanto que o cara andou. Fazendo o gráfico não é tão difícil quanto escrevendo as equações.”

“— Agora eu já posso opinar quando alguém tiver fazendo o gráfico do relatório. Antes eu não entendia nada.”

O “dar a volta ao mundo” expressado por uma aluna mostra que ela só conseguia resolver alguns exercícios utilizando mais de uma equação, e um grande problema enfrentado por ela é justamente a resolução de equações. As equações não devem ser descartadas, essa linguagem também é muito importante, mas não precisa ser a única alternativa para os alunos.

Uma semana após o jogo, para verificação da validade dessa atividade, esses alunos responderam as seguintes perguntas:

- Um animal se move com velocidade constante de  $3 \text{ m/s}$  durante 8 segundos. Esboce o gráfico da velocidade em função do tempo que expressa essa situação e responda qual foi o espaço percorrido por esse animal.
- Um carro parte do repouso e acelera uniformemente durante 4 segundos com  $5 \text{ m/s}^2$ . Esboce o gráfico da velocidade em função do tempo que expressa essa situação e responda qual foi a velocidade atingida por esse carro e qual foi o espaço percorrido nesses 4 segundos.
- Um carro mantém velocidade constante de  $35 \text{ m/s}$  durante 3 segundos e depois freia uniformemente com aceleração de  $7 \text{ m/s}^2$  até parar. Esboce o gráfico da velocidade em função do tempo que expressa essa situação e responda qual foi o espaço percorrido por esse carro nos primeiros 3 segundos e qual foi o espaço percorrido na frenagem?
- Um carro parte do repouso e acelera uniformemente durante 2 segundos com  $8 \text{ m/s}^2$ , mantém a velocidade atingida durante 3 segundos e depois freia uniformemente durante 4 segundos, quando pára. Esboce o gráfico da velocidade em função do tempo que expressa essa situação e responda qual foi o espaço percorrido por esse carro e qual foi a aceleração na frenagem?

Parte dos alunos, aproximadamente 60% conseguiu esboçar os gráficos correspondentes às situações apresentadas e através dos gráficos concluíram as respostas corretamente. Alguns alunos fizeram os gráficos corretamente, mas cometeram erros no cálculo das áreas abaixo das curvas. Também houve casos de alunos que não conseguiram traçar os gráficos corretamente.

## *Considerações finais*

Este trabalho mostra mais uma estratégia que poderá ser utilizada pelos professores para atrair os alunos para o aprendizado. Quando aplicamos os jogos propostos percebemos que prazer é uma engrenagem para o aprendizado. Conseguimos motivar os alunos e mostrar que são capazes de entender e construir a linguagem científica.

Os jogos propostos desenvolvem habilidades importantes não só para o ensino de física. É importante ressaltar que a atividade pode começar na construção do tabuleiro, dos dados e das peças que irão se locomover, resgatando atividades artísticas e o emprego da geometria com a planificação e montagem dos sólidos geométricos. O desenvolvimento da habilidade de construir e ler gráficos é importante para a cultura geral e científica, permitindo o entendimento desde gráficos apresentados nos jornais sobre informações políticas, sociais ou tecnológicas até os gráficos apresentados em artigos científicos e por fim a habilidade de escrever equações que representam a relação entre duas ou mais grandezas é de grande valia no desenvolvimento do processo de abstração.

Essa ferramenta pedagógica será potencializada pelo entusiasmo do professor no seu emprego e pela receptividade dos alunos. Pode ser que nem todos os professores fiquem tão à vontade quanto nós ficamos utilizando esses jogos como ferramenta pedagógica, mas podemos afirmar que tivemos a oportunidade de através desses jogos perceber a satisfação de alguns alunos que através dessas atividades 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.

## *Referências*

- ALVARENGA, B.; MÁXIMO, A. *Física ensino médio*. 1. ed. São Paulo: Scipione, 2009.
- ARAÚJO, I.; VEIT, E.; OREIRA, M. A. Atividade de modelagem computacional no auxílio à interpretação de gráficos de cinemática. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 26, n. 2, p. 179–284, 2004.
- ARISTÓTELES. *Física*. Madri: Planeta de Agostini, Editorial Gredos, 1995. 506 p. (Biblioteca Clássica Gredos).
- ARONS, A. B. *A Guide to introductory physics teaching*. New York: John Wiley & Sons, 1990.
- BARRETO FILHO, B.; DA SILVA, C. X. *Coleção Física aula por aula*. 1. ed. São Paulo: FTD, 2010.
- BELLUCO, A.; CARVALHO, A. M. P. Visualizando os fenômenos físicos na linguagem gráfica: uma análise de um laboratório investigativo no ensino médio. In: *Anais do III Simpósio Internacional sobre Análise do Discurso*. Belo Horizonte, MG: [s.n.], 2008.
- BOZELLI, F. C.; NARDI, R. Analogias e metáforas no ensino de física: o discurso do professor e o discurso do aluno. In: *IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física*. Jaboticatubas, MG: [s.n.], 2004.
- BRASIL. Lei de diretrizes e bases da educação nacional. Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996. 1996.
- BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio*. Brasília: SEMTEC/MEC, 2000.
- BRASIL. *PCN+Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais; Ciências da natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.
- BRASIL. *PCN+Física: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da natureza, Matemática e suas tecnologias*. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.
- BRASIL. *PCN+Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC/Semtec, 2006.



- CAMPOS, L. M. L.; BORTOLOTO, T. M.; FELÍCIO, A. K. C. *A produção de jogos didáticos para o ensino de ciências e biologia: Uma proposta para favorecer a aprendizagem*. Disponível em: <http://www.unesp.br/prograd/PDFNE2002/aproducaodejogos.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2011.
- CARMO, A. B. do. *A Linguagem Matemática em uma Aula Experimental de Física*. Dissertação (Dissertação de Mestrado) — Faculdade de Educação, USP, 2006.
- CARVALHO, A. M. P.; CAPECHI, M. C. V. M. Aspectos da cultura científica numa atividade de laboratório aberto de física. In: *Anais do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física*. Jaboticatubas, MG: [s.n.], 2004.
- CARVALHO, A. M. P. de. Habilidades de professores para promover a enculturação científica. *Contexto & Educação*, v. 22, n. 77, p. 25–49, jan./jun. 2007.
- CRUZ, J. de Araújo da. Desenvolvimento de um jogo didático para o ensino de física. In: *Anais do XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física*. Manaus, AM: [s.n.], 2011. p. 16.
- DANTE, L. R. *Matemática: contextos e aplicações*. São Paulo: Ática, 2010.
- DOCA, R. H.; BISCUOLA, G. J.; BÔAS, N. V. *Física 1*. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.
- EICHLER, M. L.; JUNGES, F.; PINO, J. C. D. *O papel do jogo no ensino de radioatividade: os softwares “Urânio-235” e “Cidade do Átomo”*. Disponível em: [http://www.iq.ufrgs.br/aeq/producao/delpino/Novas\\_Tec.pdf](http://www.iq.ufrgs.br/aeq/producao/delpino/Novas_Tec.pdf). Acesso em: 13 jul. 2011, 2011.
- FIOCRUZ. *Temas de interesse dos estudantes*. Aceso em dezembro 2011. Disponível em: <<http://www.museudavida.fiocruz.br/media/enquete2010.pdf>>.
- GASPAR, A. *Compreendendo a Física: Ensino Médio*. 1. ed. São Paulo: Ática, 2010.
- GLYNN, S. M. Explaining science concepts: A teaching-with-analogies model. In: GLYNN, S. M.; YEANY, R. H.; BRITTON, B. K. (Ed.). *The Psychology of Learning Science*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associate, 1991. p. 219–240.
- GONÇALVES, A.; TOSCANO, C. *Física e realidade*. 1. ed. São Paulo: Scipione, 2010.
- HARRISON, A.; TREAGUST, D. Teaching with analogies: A case study in grade-10 optics. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 30, n. 10, p. 1291–1307, 1993.
- HUIZINGA, J. *Homo ludens: o jogo como elemento da cultura*. 5. ed. São Paulo: Edusp, Editora Perspectiva, 2001.
- ITACARAMBI, R. R.; BERTON, I. C. B. *Geometria, brincadeiras e jogos: 1º Ciclo do Fundamental*. São Paulo: Livraria da Física, 2008.
- KANTOR, A. C. et al. *Coleção quanta física*. São Paulo: Editora PD, 2010.
- KOERTGE, N. (Ed.). *New Dictionary of Scientific Biography*. 1. ed. Nova York: Charles Scribners & Sons, 2008.
- LARAIA, R. de B. *Cultura um conceito antropológico*. 14. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2001.

- LIMA, M. F. C.; DUTRA, L. M.; SOARES, V. O ensino de cinemática reforçando um problema: a percepção da velocidade como causa da aceleração. In: *Anais do XIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*. Foz do Iguaçu, PR: [s.n.], 2011.
- LIMA, M. F. C.; SOARES, V. Brincar para construir o conhecimento: Jogo e cinemática. *Física na Escola*, v. 11, n. 1, p. 24–26, 2010.
- MACEDO, L.; PETTY, A. L.; PASSOS, N. *Os jogos e o lúdico na aprendizagem escolar*. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- MAIA, L. P. M. *Mecânica Classica*. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ, 1977.
- MARTINEZ, E. R. M.; MARTINS, C. Show da genética: um jogo interativo para o ensino de genética. *Genética na Escola*, v. 03, n. 1, p. 1–3, 2008.
- MCDERMOTT, L. C.; ROSENQUIST, M. L.; ZEE, E. H. van. Student difficulties in connecting graphs and physics: Examples from kinematics. *American Journal of Physics*, v. 55, n. 6, p. 503–513, Junho 1987.
- MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes, 1982.
- MUSEU DA VIDA. Disponível em: <http://www.museudavida.fiocruz.br/media/enquete2010.pdf>. Acesso em 13 jul. 2011.
- NUNES, R. R.; FERRAZ, D. F.; JUSTINA, L. A. D. Estudos relativos a analogias no ensino de ciências. In: *Caderno de Resumos do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis, 2007*. Belo Horizonte, MG: [s.n.], 2007. v. 1, p. 259.
- OECD. *Measuring students knowledge and skills: the PISA assessment of reading, mathematical and scientific literacy*. Paris: OECD – Organisation for Economic Cooperation and Development, 2000.
- PÁDUA, I. C. A. *Analogias, metáforas e a construção do conhecimento: por um processo ensino-aprendizagem mais significativo*. Disponível em: <http://www.anped.org.br/26/trabalhos/isabelcamposaraujopadua.rtf> . Acesso em: 13 jul. 2011, 2011.
- PIETROCOLA, M. P. O. et al. *Física em contextos – pessoal – social – histórico: movimento, força, astronomia*. 1. ed. São Paulo: FTD, 2010.
- RAMALHO, F. J.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. T. *Os Fundamentos da Física*. 10. ed. São Paulo: Moderna, 2009.
- RAMOS, E. S.; PINTO, S. P.; VIANNA, D. M. Ciência, tecnologia e sociedade no contexto da sala de aula. In: *Anais do XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física*. Vitória, ES: [s.n.], 2009.
- RAMOS, F. A.; RAMOS, E. M. de F. Oficinas para o ensino de física: o lúdico aplicado a formação de professores. In: *Anais do XVII Simpósio de Ensino de Física*. São Luís, MA: [s.n.], 2011.

- RIBEIRO, F. D. *Jogos e modelagem na educação matemática*. Curitiba: Ibepe, 2008.
- RIGOLON, R. G.; OBARA, A. T. Analogias na ciência e no ensino de ciência. In: *Anais do II Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia*. Ponta Grossa, PR: [s.n.], 2010.
- RIZZO, G. *Jogos Inteligentes: a construção do raciocínio na escola natural*. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.
- RODRIGUES NETO, A. *Geometria e estética: experiências com o jogo de xadrez*. 1. ed. São Paulo: Editora da Unesp, 2008.
- ROTH, W.-M. Competent workplace mathematics: How signs become transparent. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, v. 8, n. 3, p. 161–189, 2003.
- SAMPAIO, J. L.; CAIO, S. C. *Universo da Física*. 2. ed. São Paulo: Atual, 2005.
- SANT'ANNA, B. et al. *Conexões com a Física*. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2010. 640 p.
- SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, v. 12, n. 36, p. 474–550, set./dez. 2007.
- SILVA, M. V. et al. Função: o coração conceitual da matemática do ensino médio. In: *Anais do VI EPBEM*. Monteiro, PB: [s.n.], 2010.
- SYMON, K. R. *Mechanics*. 3. ed. Nova York: Addison Wesley, 1971.
- TORRES, C. M. A.; FERRERO, N. G.; SOARES, P. A. T. *Física e Tecnologia*. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2010.
- TYLOR, E. B. *Primitive culture: Researches into the development of Mythology, Philosophy, Religion, Language, Art, and Custom*. London: John Murray, Albemarle Street, 1903.
- TYLOR, E. B. *Primitive culture: Researches into the development of Mythology, Philosophy, Religion, Language, Art, and Custom*. London: John Murray, Albemarle Street, 1903.
- YAMAMOTO, K.; FUKU, L. F. *Física para o Ensino Médio*. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.
- ZANON, D. A. V.; GUERREIRO, M. A. S.; OLIVEIRA, R. C. Jogo didático ludo químico para o ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos: projeto, produção, aplicação e avaliação. *Ciências & Cognição*, v. 13, n. 1, p. 72–81, março 2008. Disponível em <http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/690/467>. Acesso em 13 jul. 2011.
- ZEITOUN, H. Teaching scientific analogies: A proposed model. *Research in Science and Technological Education*, v. 2, n. 2, p. 107–125, 1984.

## *APÊNDICE A – Guia para o professor*

### **A.1 Informações gerais sobre a ferramenta pedagógica proposta**

Este trabalho consiste na aplicação de jogos com os quais, ao longo de uma partida, as grandezas de posição, tempo e velocidade podem ser discutidos e até mesmo mensurados para um móvel que se desloca no tabuleiro. O objetivo é utilizar os jogos como ferramenta pedagógica motivando e estimulando o raciocínio lógico e podendo ainda serem utilizados para levantar questionamentos e trabalhar idéias relacionadas a situações cotidianas.

O estudo dos gráficos em cinemática também auxilia o estudante na interpretação de outros fenômenos, pois se ele é capaz de perceber a riqueza de informações que se extrai de um gráfico posição vs. tempo ou de um velocidade vs. tempo, também será capaz de interpretar gráficos de outros ramos da física ou até de outros ramos do conhecimento.

Durante a partida os alunos devem completar uma tabela e esta servirá de base para a construção dos gráficos dos movimentos dos corpos que se deslocam no tabuleiro. Esses gráficos também podem ser construídos simultaneamente às jogadas para que os alunos relacionem cada ponto do gráfico a situação correspondente no tabuleiro do jogo.

Através do jogo os alunos podem de maneira descontraída, concretizar uma situação física, interpretá-la e discutí-la. Conseguimos conceituar posição, deslocamento, velocidade, aceleração, mostrar técnicas para a construção de gráficos e chamar a atenção para a interpretação deles.

## A.2 O Ludo do Movimento Uniforme

### A.2.1 Confeção do tabuleiro

A construção do tabuleiro do jogo é muito simples. Basta construir uma trilha e dividi-la em aproximadamente 200 casas. É interessante que nessa trilha haja curvas para que possamos aproveitá-las para falar do caráter vetorial da velocidade.

É necessário comprar ou confeccionar dois dados e alguns “pinos”( um para cada jogador), para se locomoverem na trilha.

### A.2.2 Regras do jogo (MU)

1. Para decidir quem começará a jogar, os jogadores devem lançar os dois dados, o primeiro a se movimentar será o jogador que obtiver maior soma, e assim sucessivamente.
2. O menor valor apresentado pelos dados será a velocidade do jogador e o maior valor apresentado pelos dados indica por qual casa o jogador começará. Se os dois dados apresentarem o mesmo valor o jogador deverá lançar novamente até obter valores distintos.
3. A cada cinco jogadas a velocidade deve ser definida novamente através do lançamento de um dado.
4. Os jogadores lançam um dado e multiplicam o valor obtido pela velocidade, determinando assim o deslocamento a ser realizado.
5. Ao longo da partida os jogadores preenchem uma tabela, disponível na seção 4.
6. Vence quem chegar ao final da trilha em menos tempo.

## A.3 O Ludo do Movimento Uniformemente Variado

### A.3.1 Confeção do tabuleiro

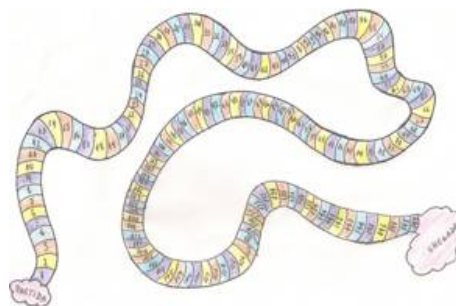
O tabuleiro a ser construído é igual ao tabuleiro do Ludo do Movimento Uniforme. Devemos confeccionar dois dados comuns e um dado com todas as faces representando números pares, o que garantirá deslocamentos em quantidades inteiras da unidade de deslocamento que são representadas por de casas no tabuleiro.

### A.3.2 Regras do jogo (MUV)

1. Para decidir quem começará a jogar, os jogadores devem lançar os dois dados, o primeiro jogador a se locomover no tabuleiro será o que obtiver maior soma, e assim sucessivamente.
2. Para iniciar o jogo, cada jogador deverá lançar o dado denominado Força, que determinará a aceleração com a qual se locomove. A cada cinco jogadas deverão lançar o dado FORÇA novamente, que determinará qual será a aceleração do móvel nas próximas cinco jogadas.  
Obs.: O dado Força é composto de faces que representam apenas números pares. A face zero indica que o corpo se deslocará em movimento uniforme.
3. Os jogadores lançam um dado que indica duração ( $\Delta t$ ) da jogada e determinam o espaço percorrido da mesma forma que faziam quando jogavam com as regras para o movimento uniforme, porém a velocidade que utilizam para tal determinação é a média entre as velocidades inicial e final de cada jogada.
4. Vence quem chegar ao final da trilha em menos tempo.
5. Ao longo da partida cada jogador deverá completar uma tabela como a disponível na próxima seção. Após jogar e completar a tabela os alunos devem construir gráficos (casa alcançada vs. tempo) e (velocidade vs. tempo).

## A.4 Material necessário para o jogo

### A.4.1 O tabuleiro do jogo



**Figura 14:** Tabuleiro do jogo.

### A.4.2 Planificação dos sólidos

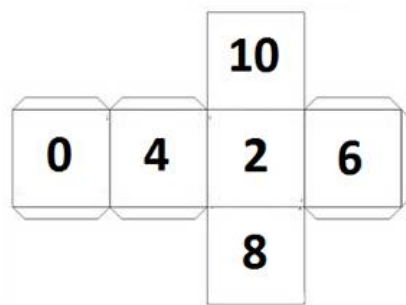


Figura 15: “Dado” cúbico para o jogo.

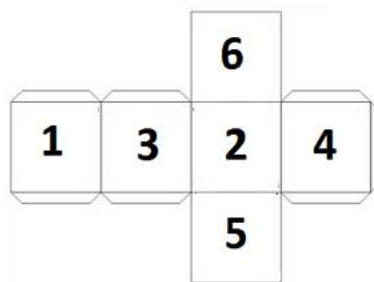


Figura 16: “Dado” cúbico para o jogo.

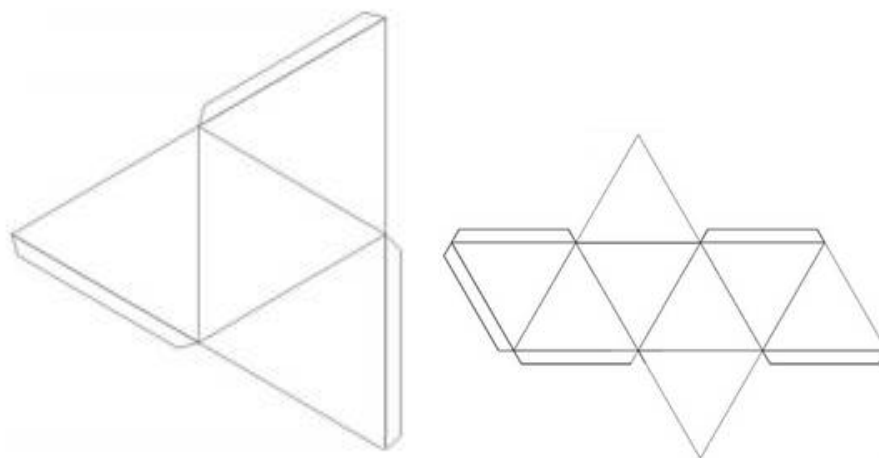


Figura 17: “Dado” piramidal para o jogo.

### A.4.3 Tabelas para o Ludo do Movimento Uniforme e Uniformemente Variado

**Tabela 7:** Tabela para o Ludo do Movimento Uniforme.

casa inicial					
Jogada	velocidade	valor obtido através do dado (duração da jogada)	número de casas que andou (variação da posição)	acumulo de valores obtidos (duração da partida)	casa alcançada (posição final)
1 <sup>a</sup>					
2 <sup>a</sup>					
3 <sup>a</sup>					
4 <sup>a</sup>					
5 <sup>a</sup>					



**Tabela 8:** Tabela para o Ludo do Movimento Uniformemente Variado

casa inicial							
Jogada	aceleração (casa/duração)	velocidade inicial	valor obtido através dos dados	velocidade final	número de casas que andou	acumulo de valores	casa alcançada posição final
(duração da jogada)						(variação da posição) (duração da partida) (posição final)	
1 <sup>a</sup>							
2 <sup>a</sup>							
3 <sup>a</sup>							
4 <sup>a</sup>							
5 <sup>a</sup>							

#### A.4.4 Considerações sobre a utilização dos jogos

Para utilizar o jogo com turmas muito grandes o professor pode projetar o tabuleiro em uma parede, para que todos acompanhem, utilizar dois círculos de cartolina colorida com fita adesiva para se deslocarem no tabuleiro. Neste caso a turma será dividida em dois grandes grupos e alunos serão escolhidos aleatoriamente para lançar os dados. Todos os alunos devem confeccionar os gráficos.

Após construírem os gráficos os grupos que participam do jogo devem trocar os gráficos e um grupo deve tentar contar como foi a partida desenvolvida pelo outro grupo. Nessa descrição os alunos informam qual móvel apresentava maior velocidade que o outro, qual móvel se deslocou por mais tempo, citar quando a velocidade mudou e qual foi essa variação, enfim os alunos devem interpretar os gráficos feitos pelos outros.

Essa atividade é interessante porque os grupos sabem e têm registrados nas tabelas o que aconteceu em suas partidas então eles podem corrigir a interpretação do outro grupo sobre os gráficos que construíram. Temos então uma discussão sobre os dados coletados no jogo onde estão sendo contrastadas as leituras através de linguagens diferentes. Se os gráficos forem transparentes para os alunos eles conseguirão narrar a partida vivenciada pelo outro grupo. É muito rico para os alunos perceberem quais os equívocos que cometem em suas interpretações. O professor deve instruir os alunos para que toda vez que um grupo fizer uma leitura equivocada de sua partida, que eles questionem qual característica observada nos gráficos os leva a tal conclusão. Desta forma os alunos perceberão o que está acarretando os erros nas leituras.

Os jogos propostos desenvolvem habilidades importantes não só para o ensino de física. É importante ressaltar que a atividade pode começar na construção do tabuleiro, dos dados e das peças que irão se locomover, resgatando atividades artísticas e o emprego da geometria com a planificação e montagem dos sólidos geométricos. O desenvolvimento da habilidade de construir e ler gráficos é importante para a cultura geral e científica, permitido o entendimento desde gráficos apresentados nos jornais sobre informações políticas, sociais ou tecnológicas até os gráficos apresentados em artigos científicos e por fim a habilidade de escrever equações que representam a relação entre duas ou mais grandezas é de grande valia no desenvolvimento do processo de abstração.

Essa ferramenta pedagógica será potencializada pelo entusiasmo do professor no seu emprego e pela receptividade dos alunos. Pode ser que nem todos os professores fiquem tão à vontade quanto nós ficamos utilizando esses jogos como ferramenta pedagógica, mas

podemos afirmar que tivemos a oportunidade de através desses jogos perceber a satisfação de alguns alunos que através dessas atividades 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.

## A.5 Questionário sobre os conceitos velocidade e aceleração

1. Um ciclista se desloca com velocidade de 9 km/h em 2 horas. Qual a distância percorrida por esse ciclista?
  - a) 4,5 km
  - b) 11 km
  - c) 18 km
  
2. Se a velocidade desse ciclista (o da questão anterior) aumentar, a distância que ele percorre nas duas horas:
  - a) Aumentará
  - b) Diminuirá
  - c) Ficará igual
  
3. Se a velocidade do ciclista (da primeira questão) não for alterada, mas ele dispuser de menos tempo para realizar o percurso, a distância que percorrida por ele:
  - a) Aumentará
  - b) Diminuirá
  - c) Ficará igual
  
4. Se a velocidade do ciclista (da primeira questão) não for alterada, mas ele precisar percorrer uma distância maior, ele precisará de
  - a) Mais tempo

- b) Menos tempo
- c) O mesmo tempo
5. Um aluno pretendia chegar à escola às 13 horas. No caminho, ele recebe um telefonema de um amigo que pede para ele chegar mais cedo, para que possam conversar antes da aula. O que o aluno deve fazer para percorrer a mesma distância em menos tempo?
- a) Aumentar sua velocidade
- b) Diminuir sua velocidade
- c) Manter a sua velocidade
6. Dois carros estão envolvidos numa perseguição, o que tenta fugir ( o perseguido) se desloca com velocidade constante de 30m/s e o que perseguidor desloca-se com velocidade constante de 25 m/s. A velocidade relativa entre esses carro é ...
- a) de aproximação, com módulo 55 m/s
- b) de aproximação, com módulo 5 m/s
- c) de afastamento, com módulo 55 m/s
- d) de afastamento, com módulo 5 m/s
7. Um carro está parado num sinal de trânsito. Quando o sinal fica verde o motorista dá a partida atingindo velocidade de 30m/s em 10 segundos. Qual a aceleração desse carro nessa arrancada?
- a) 300 m/s<sup>2</sup>
- b) 20 m/s<sup>2</sup>
- c) 3 m/s<sup>2</sup>
8. Dois carros A e B estavam parados no sinal de trânsito. Quando o sinal abriu os motoristas arrancara. O carro A atingiu velocidade de 30m/s em 5 segundos e o carro B atingiu a mesma velocidade em 6 segundos. Podemos afirmar que:
- a) Os dois se locomoveram com a mesma aceleração
- b) O carro A se deslocou com aceleração maior que a do carro B

- c) O carro A se deslocou com aceleração menor que a do carro B
- d) As informações são insuficientes para compararmos as acelerações
9. Um carro arranca do repouso, acelerando a uma taxa constante de  $10 \text{ m/s}^2$ . Após 2 segundos, sua velocidade é de  $20 \text{ m/s}$ . Se ele tivesse partido com uma aceleração maior,
- a) sua velocidade após 2 segundos seria a mesma
- b) sua velocidade após 2 segundos seria maior que  $20 \text{ m/s}$
- c) sua velocidade após 2 segundos seria menor que  $20 \text{ m/s}$
10. Um carro arranca do repouso, acelerando a uma taxa constante de  $10 \text{ m/s}^2$ . Após 2 segundos, sua velocidade é de  $20 \text{ m/s}$ . Após 3 segundos,
- a) sua velocidade continua  $20 \text{ m/s}$
- b) sua velocidade fica maior que  $20 \text{ m/s}$
- c) sua velocidade fica menor que  $20 \text{ m/s}$
11. Um elevador parte do terceiro andar e vai até ao sétimo andar. Esse movimento
- a) não apresentou aceleração em nenhum momento
- b) necessariamente apresentou aceleração para cima em um trecho e para baixo em outro trecho
- c) apresentou aceleração sempre para cima
- d) apresentou aceleração sempre para baixo
- e) nada podemos afirmar sobre aceleração pois não temos nenhuma informação sobre a velocidade
12. Uma bola é lançada verticalmente para cima. No ponto mais alto da trajetória a bola,
- a) sua velocidade e aceleração são nulas
- b) sua velocidade é nula, mas a aceleração não é nula
- c) sua aceleração é nula e sua velocidade não é nula e nenhuma das respostas anteriores está correta

- d) nada podemos afirmar sobre a aceleração, pois não temos nenhuma informação sobre as velocidades

13. Considere as situações:

I - Uma bola é lançada para cima, verticalmente

II - Uma bola é solta do alto de uma torre

Podemos afirmar que:

- a) nas duas situações, a bola tem mesma aceleração
- b) na primeira situação a aceleração é um vertical e para cima e na segunda a aceleração é vertical e para baixo
- c) A aceleração depende da velocidade com que a bola é lançada na situação I e de que altura é largada na situação II
- d) nenhuma das respostas anteriores está correta
- e) nada podemos afirmar sobre a aceleração, pois não temos nenhuma informação sobre as velocidades
14. Um corpo está sujeita a uma aceleração de sentido oposto ao sentido do seu movimento. Se observarmos o movimento, podemos afirmar que
- a) a velocidade do corpo aumentar até um limite, e a partir daí seu é no mesmo sentido da aceleração com velocidade cada vez menor
- b) a velocidade do corpo diminui até o corpo parar e neste instante em que para a aceleração também se anula
- c) a velocidade do corpo diminui até o corpo parar e neste instante começa um movimento no sentido da aceleração com velocidade cada vez maior
- d) a velocidade do corpo diminui até o corpo parar e neste instante começa um movimento no sentido da aceleração com velocidade constante
- e) nada podemos afirmar sobre a aceleração, pois não temos nenhuma informação sobre as velocidades

15. Dois corpos se deslocam-se numa estrada retilínea. O carro que está inicialmente na frente tem velocidade maior que o de trás. Num certo momento, o carro de trás começa a acelerar e o da frente mantém sua velocidade constante. Observa-se que:
- a) os carros se aproximam durante de toda a trajetória
  - b) os carros se afastam durante toda a trajetória
  - c) a distância entre os carros é sempre constante
  - d) os carros se afastam enquanto o de trás tem velocidade menor que o da frente, depois começam a se aproximar até que um alcance o outro
  - e) os carros se afastam enquanto o de trás tem velocidade maior que o da frente, depois começam a se afastar
16. Dois corpos se deslocam na mesma direção e sentido, em trajetória retilínea. A distância entre eles inicialmente é 20m e suas velocidades tem mesma intensidade. Se a partir de um determinado instante os dois forem submetidos a uma mesma aceleração, podemos afirmar que:
- a) Eles vão se aproximar
  - b) Eles vão se afastar
  - c) Eles mantêm uma distância constante entre si
  - d) Eles se afastam enquanto o de trás tem velocidade maior que o da frente, depois começam a se afastar
17. Quanto tempo você levou para responder o questionário?
- a) Menos de 10 minutos
  - b) Entre 10 e 20 minutos
  - c) Entre 20 e 30 minutos
  - d) Entre 30 minutos e 1 hora
18. Você achou as perguntas deste questionário?
- a) Muito fáceis
  - b) Fáceis

- c) Mais ou menos
- d) Difíceis
- e) Muito difíceis

19. Assinale uma única afirmação com a qual você concorda:

- a) Gostei muito de responder a este questionário
- b) Gostei de responder a este questionário
- c) Fiquei indiferente ao responder ao questionário
- d) Não gostei de responder a este questionário
- e) Odiei responder a este questionário

20. Ao avaliar minhas respostas a este questionário, acho que

- a) Acertei quase todas as perguntas
- b) Acertei cerca de metade das perguntas
- c) Errei quase todas as perguntas
- d) Não consigo fazer uma auto-avaliação
- e) Odiei responder a este questionário