

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
DIRETORIA DE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA EaD

EDNALDO SILVA BELO

**BRINCADEIRAS DA INFÂNCIA MARANHENSE: uma abordagem didática das
leis de Newton**

SÃO LUÍS
2021

EDNALDO SILVA BELO

**BRINCADEIRAS DA INFÂNCIA MARANHENSE: uma abordagem didática das
leis de Newton**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Coordenação do Curso de Física da
Universidade Federal do Maranhão como
requisito parcial para obtenção do título de
Licenciado em Física

Orientador: Prof. Dr. Thiago Targino Gurgel

SÃO LUÍS
2021

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Silva Belo, Ednaldo.

BRINCADEIRAS DA INFÂNCIA MARANHENSE: uma abordagem
didática das leis de Newton / Ednaldo Silva Belo. - 2021.
43 p.

Orientador(a): Thiago Targino Gurgel.

Curso de Física, Universidade Federal do Maranhão, Sala
virtual, 2021.

1. Ensino-aprendizagem. 2. Leis de Newton. 3.
Mecânica Clássica. 4. Movimentos. 5. O Brincar. I.
Targino Gurgel, Thiago. II. Título.

EDNALDO SILVA BELO

**BRINCADEIRAS DA INFÂNCIA MARANHENSE: uma abordagem didática das
leis de Newton**

Monografia apresentada ao Curso de Física da
Universidade Federal do Maranhão – UFMA, para
conclusão do curso.

Aprovação em: / /

ORIENTADOR

1º EXAMINADOR

2º EXAMINADOR

Dedico este trabalho a minha família,
amigos e ex-alunos que sempre confiaram
e admiraram minha dedicação por eles.

RESUMO

Este trabalho faz uma abordagem didática as brincadeiras da infância maranhense, correlacionando-as com as três leis de Newton. Justifica-se a produção deste trabalho pela necessidade de produções científicas que torne o ensino da Física mais prazeroso, e com uso de ferramentas e metodologias de fácil acesso. A metodologia adotada foi a observação in loco, momento em que foram visitados espaços como ruas, parques, espaços de recreação e eventos recreativos. Com isso, buscou observar as principais brincadeiras praticadas, assim como os principais movimentos necessários para o desenvolvimento do brincar. Após esta etapa foi o momento de buscar na literatura os conhecimentos pautados nas Leis de Newton, para posterior correlação entre a teoria e o objeto de investigação. Com a realização deste trabalho acredita-se no alcance do objetivo, uma vez que foi possível conhecer as brincadeiras praticadas pela infância maranhense e ainda encontrarem em seus movimentos os fundamentos das leis newtonianas. Espera-se que a produção acadêmica ganhe caráter multiplicador, uma vez que poderá auxiliar na adoção de metodologias de êxito a serem aplicadas nas aulas de mecânica clássica, além disso, que abra precedentes para que mais pesquisas na área da Física torne o processo ensino-aprendizagem mais acessível e prazeroso.

Palavras-chave: Leis de Newton. Movimentos. Mecânica Clássica. O Brincar. Ensino-aprendizagem

ABSTRACT

This work takes a didactic approach to childhood games in Maranhão, correlating them with Newton's three laws. The production of this work is justified by the need for scientific productions that make the teaching of Physics more pleasurable, and with the use of easily accessible tools and methodologies. The methodology adopted was on-site observation, when spaces such as streets, parks, recreation spaces and recreational events were visited. With this, we sought to observe the main games practiced, as well as the main movements necessary for the development of playing. After this stage, it was time to search the literature for the knowledge based on Newton's Laws, for subsequent correlation between theory and the object of investigation. With the accomplishment of this work, we believe in reaching the objective, since it was possible to know the games practiced by childhood in Maranhão and still find in their movements the foundations of Newtonian laws. It is expected that academic production will gain a multiplier character, as it will be able to help in the adoption of successful methodologies to be applied in classical mechanics classes, in addition to opening precedents for further research in the field of Physics to make the teaching process more accessible and enjoyable learning.

Keywords: Newton's Laws. Movements. Classic Mechanics. The Play. Teaching-learning

LISTA DE ILUSTRAÇÕES/ GRÁFICOS/ FIGURAS

FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 1: Criança em movimento durante o percurso..... | 16 |
| FIGURA 2: Crianças levantando voo em uma pipa nas ruas de São Luís..... | 20 |
| FIGURA 3: Competidores na corrida do saco antes de iniciar a competição..... | 21 |
| FIGURA 4: Trajetória da bola após chute do competidor..... | 22 |
| FIGURA 5: Crianças se preparando para o jogo do triângulo..... | 23 |
| FIGURA 6: Momento em que a criança lança a bola na direção do triângulo..... | 24 |
| FIGURA 7: Criança executando o trajeto com o brinquedo de lata..... | 30 |

ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| ILUSTRAÇÃO 1: Força agindo sobre o objeto..... | 08 |
| ILUSTRAÇÃO 1: Momento da quebra do momento de inércia durante a brincadeira | 24 |
| ILUSTRAÇÃO 2: Interferência da massa do taco na aceleração da bola..... | 26 |
| ILUSTRAÇÃO 3: Sentido da força imprimido pela criança no brinquedo..... | 27 |
| ILUSTRAÇÃO 4: Giro do brinquedo no eixo vertical..... | 29 |
| ILUSTRAÇÃO 5: Momento em que o pião perde estabilidade no eixo vertical..... | 29 |
| ILUSTRAÇÃO 6: Forças agindo em um papagaio no ar..... | 30 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 5 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 6 |
| 2.1 A mecânica clássica | 6 |
| 2.3 As leis newtonianas | 7 |
| 2.3.1 1ª Lei de Newton | 8 |
| 2.3.2 2ª Lei de Newton | 8 |
| 2.3.3 3ª Lei de Newton | 10 |
| 2.3.4 As leis de Newton no mundo moderno | 12 |
| 2.4 O ato do brincar e aprender | 12 |
| 3 METODOLOGIA | 13 |
| 4 RESULTADOS | 15 |
| 4.1 Brincadeiras maranhenses e seus movimentos | 15 |
| 4.1.1 Amarelinha ou canção | 16 |
| 4.1.2 Pé de lata | 17 |
| 4.1.3 Pião | 17 |
| 4.1.4 Queimada | 18 |
| 4.1.5 Latobol ou tacobol | 19 |
| 4.1.6 Papagaio, curica ou pipa | 19 |
| 4.1.7 Corrida do saco | 21 |
| 4.1.8 Futebol travinha | 22 |
| 4.1.9 Bolinha de gude | 22 |
| 4.2 Correlação movimentos-leis de Newton | 24 |
| 4.2.1 A 1ª Lei de Newton nas brincadeiras da infância maranhense | 24 |
| 4.2.2 A 2ª Lei de Newton nas brincadeiras da infância maranhense | 26 |
| 4.2.3 A 3ª Lei de Newton nas brincadeiras da infância maranhense | 28 |
| 4.2.4 O caso especial do giro do pião | 30 |
| 4.2.5 Movimentos diferenciados na brincadeira de papagaio | 31 |
| 5 CONCLUSÃO | 33 |
| REFERÊNCIAS | 34 |
| APÊNDICE A | 36 |
| APÊNDICE B | 38 |

1 INTRODUÇÃO

Frente ao advento de muitas tecnologias aplicadas nas diversas áreas do saber, em sala de aula os professores de Física, sobretudo das escolas públicas, carregam consigo muitos desafios em tornar as aulas de Física mais atraentes e prazerosas aos alunos do ensino médio.

Nessa perspectiva o gargalo principal é a exploração dos conteúdos em sala, sem o peso já estigmatizado de uma disciplina muito complexa e de difícil entendimento. Para isso, cabe ao professor apoderar-se metodologias exitosas que aguace a curiosidade dos alunos e os deixem a vontade para participarem das aulas.

Na prática docente da Física o diferencial é que muitos eventos, fenômenos ou avanços tecnológicos vivenciados pelos alunos são explicados cientificamente por meio de teorias, postulados e modelos matemáticos explorados no ensino da Física em sala de aula.

Por outro lado, os alunos se atem apenas nas dificuldades apresentadas nos modelos matemáticas e deixam se apreciar a Física “pelo conjunto da obra”. Isso ocorre mesmo quando estes aprendentes podem extrair exemplos de sua vivência, realizando atividades que os deixam bem a vontade, que facilitam e tornam o aprendizado mais prazeroso.

O pressuposto aplica-se integralmente ao ensino das três Leis de Newton, sem necessitar de laboratório. Cabe ao docente revestir-se de sensibilidade para conhecer sua turma e identificar de que maneira poderá abordar o conteúdo exemplificando com acontecimentos do cotidiano.

Tendo-se em vista que tal conteúdo acima mencionado faz parte do plano de ensino dos professores do 1º ano, em que maioria dos alunos já atingiu a fase da adolescência, porém recordam ou ainda praticam brincadeiras da infância, é coerente um diagnóstico que aponte esta atividade como uma excelente ferramenta de aplicação como recurso didático.

Para Antunes, Galhardi e Hernaskia (2018) “a mecânica é uma área da Física que se propõe a descrever os princípios básicos que regem os movimentos dos corpos no espaço enquanto o tempo flui”. O movimento para a criança vai além de meramente mexer partes do corpo ou deslocar-se no espaço, é ainda expressão, comunicação gestual e interação tendo como instrumento o corpo (BRASIL, 1998).

O brincar é atividade recheada de movimentos, nesse sentido é bem provável identificar em uma brincadeira de criança ações que culminem com o ensinamento da mecânica, baseado nas leis newtonianas. Para o presente trabalho a abordagem de pesquisa foi realizada com enfoque específico à mecânica das brincadeiras mais comum entre as crianças do Maranhão.

A escolha do tem como princípio a colaboração com didáticas palpáveis e democráticas a serem aplicadas no ensino da Física, principalmente em ambientes escolares com pouco ou nenhum recurso, contribuindo assim para mudanças de paradigmas quanto à complexibilidade de aprender conteúdos desta disciplina.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A mecânica clássica

A mecânica clássica é um ramo da Física que está presente basicamente nos acontecimentos do cotidiano e no funcionamento das coisas em nossa volta. Basta imaginar-se o movimento de um corpo que sofre ação da gravidade, movimentos que predizem forças elásticas e de atrito, logo estamos diante de eventos físicos (AGUIAR, 2011).

Ainda que muito presente e influente no cotidiano, mesmo remontando a mais de dois mil anos o surgimento das descobertas desta ciência, conforme Taylor (2013) foi inicialmente idealizada pelos gregos, as quais foram consideradas falhas pela conforme os padrões daquela época.

Aguiar (2011) indica o surgimento da mecânica clássica a partir da descrição do movimento dos corpos realizada por Aristóteles (384-322 a.C), anunciando a existência apenas de dois movimentos perfeitos: retilíneos ou circulares, e um terceiro movimento que seria a combinação destes. O amadurecimento dos estudos da mecânica clássica passou cuidadosamente pelos métodos experimentais de Galileo (1564-1642), o que rendeu a formulação das leis básicas do movimento, agindo sobre este a força da gravidade. Em seus estudos este pesquisador adotou o uso de equipamentos como telescópio para investigar o movimento dos planetas e assim fundamentar o Princípio da Relatividade.

Ainda com brechas a serem desbravadas, sobretudo a respeito do princípio da inercia, Descartes (1596-1650) contribuiu maciçamente com os avanços da mecânica clássica quando procurou investigar o processo de mecanização do movimento e de suas causas foi concluído, sendo assim descoberto que de um modo

geral o movimento da matéria eram determinados por ações externas. Com mais profundidade nas investigações Descartes formulou um princípios fundamentais, tendo como conclusão que “o corpo persiste indefinidamente em seu movimento retilíneo, a menos que outros corpos o retirem do estado em que se encontra” (PORTO; PORTO, 2009).

Porém, os estudos mais expressivos e significativos no campo da mecânica clássica tiveram seu nascedouro a partir da formulação da lei de atração gravitacional, no final dos anos 1670 por Hooke, teoria esta aperfeiçoada pelas concepções matemáticas desenvolvidas por Sir Isaac Newton (1643-1727) para tal fenômeno. Isso foi fundamental para um salto e aperfeiçoamento dos estudos ligados à mecânica, sobretudo para o estabelecimento das leis físicas do movimento, formulando assim de maneira exata a trajetória para qualquer corpo a partir do conhecimento das forças reagentes, conforme condições iniciais, posição e velocidade em qualquer instante (PORTO; PORTO, 2008).

Molina Jr. (2017) apresenta a divisão da mecânica clássica sob uma visão didática, com base na mecânica newtoniana, a saber: “estática (que estuda a causa dos movimentos), cinemática (que estuda os movimentos sem se preocupar com suas causas) e dinâmica (que relaciona os movimentos e suas causas e efeitos)”. O autor enfatiza ainda que “o estudo de cada uma destas partes pode ser resumido a três princípios básicos conhecidos como as três Leis de Newton”.

2.3 As leis newtonianas

As três leis de Newton são formuladas de acordo com quatro conceitos cruciais: as noções de espaço, tempo, massa e força (TAYLOR, 2013). O autor explora estes conceitos apontando o espaço como grandeza vetorial, onde se tem pontos representados do espaço tridimensional, representado por um vetor posição (r), do qual irá especificar a distância e a direção deste ponto a partir do ponto de origem (o).

Já o conceito de massa é importante para entender que a massa de um objeto irá influenciar na inércia, ou seja, qual resistência este objeto apresenta para sua aceleração, sendo esta uma grandeza física escalar (TAYLOR, 2013).

As definições de conceitos fundamentais foram cruciais para basearem na formulação das três leis, tais definições foram publicadas por Newton em seu livro denominado *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (COHEN; WESTFALL, 2002).

Deste modo Newton organizou suas investigações e as dividiu em três princípios que são conhecidas até os dias atuais como as três leis de Newton, as quais serão discutidas logo a seguir.

2.3.1 1ª Lei de Newton

Em sua essência a primeira lei newtoniana admite que um corpo manterá seu estado de movimento com velocidade constante se nenhuma força agir sobre ele, sua velocidade não pode mudar, logo o corpo não pode sofrer aceleração (HALLIDAY; RESNICK; WALKER 2016). Os autores supracitados indicam que a primeira lei é conhecida como a lei da inércia e é representada matematicamente pela equação a seguir:

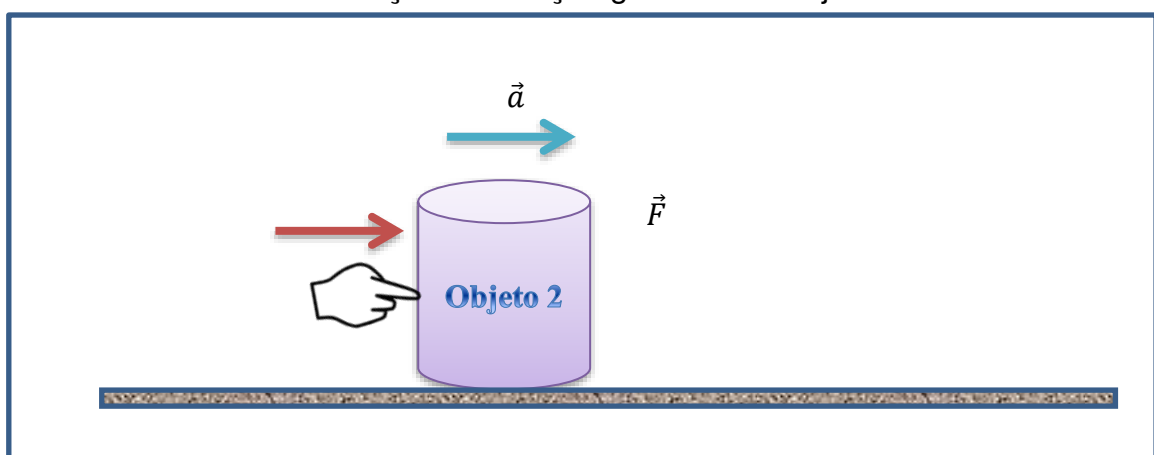
$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 \dots \vec{F}_n = 0 \quad \square \quad \sum \vec{F} = 0 \quad (1.1)$$

Esses eventos físicos ocorrem sempre em um referencial, denominado referencial inercial, o solo é considerado um referencial inercial desde que sejam desprezados os movimentos astronômicos do planeta Terra.

2.3.2 2ª Lei de Newton

“A força resultante que age sobre um corpo é igual ao produto da massa do corpo pela aceleração” (HALLIDAY; RESNICK; WALKER 2016). Esta lei é conhecida didaticamente como princípio fundamental da dinâmica. As ilustrações a seguir definem esse evento físico.

Ilustração 1 – Força agindo sobre objeto



Fonte: do próprio autor, 2021

Em termos matemáticos (Taylor, 2013) apresenta esta lei fazendo entender que para uma partícula qualquer de massa (m), a força resultante (\vec{F}) sobre a partícula

é sempre igual à massa (m) vezes a aceleração (\vec{a}) da partícula, conforme descrito na equação a seguir:

$$\vec{F} = m\vec{a} = m \times \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad (1.2)$$

Halliday; Resnick; Walker (2016) apresentam este modelo representando a independência dos componentes, isso deve-se por se tratar de uma equação vetorial, sendo xyz coordenadas de um sistema, assim essa equivalência aplicada a equação 1.2 tem-se:

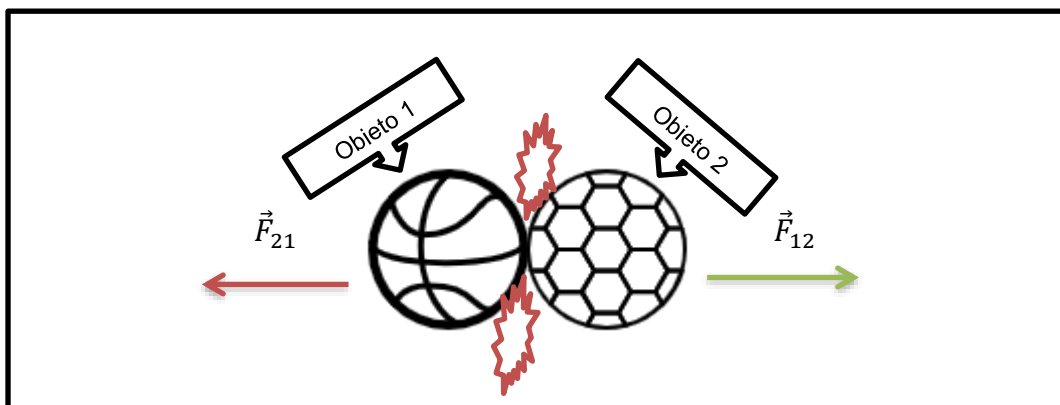
$$\vec{F}_{res,x} = m \vec{a}_x, \quad \vec{F}_{res,y} = m \vec{a}_y, \quad \vec{F}_{res,z} = m \vec{a}_z \quad (1.3)$$

Deste modo da primeira equação resulta a_x , da segunda a_y e da terceira a_z , sendo a aceleração do corpo produzida apenas pelas componentes das forças em relação ao eixo específico (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016)

2.3.3 3ª Lei de Newton

Para entender a terceira lei newtoniana pode-se citar a força sobre um objeto que envolve inevitavelmente um segundo objeto, baseado na observação de Newton sob “o objeto (1) que exerce a força (ação) sobre outro objeto 2, este exerce uma força (a força de “reação”) de volta sobre o objeto1” (TAYLOR, 2013). O autor enfatiza ainda que o aspecto desta lei reside na força de reação de um objeto no outro, conforme ilustrado a seguir:

Ilustração – Interação entre dois objetos



Fonte: do próprio autor, 2021

Logo abaixo a relação matemática deste evento físico ocorrido conforme a terceira lei de Newton é representada tanto na relação vetorial quanto escalar, respectivamente (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

- ✓ Relação vetorial, com módulos iguais e sentido diferente:

$$\vec{F}_A = -\vec{F}_B \quad (1.4)$$

- ✓ Relação Escalar, com módulos iguais:

$$F_A = F_B \quad (1.5)$$

Tanto em 1.4 quanto em 1.5 é representado o par de forças da lei aqui debatida, a diferença reside no sinal negativo em 1.4, o que indica o sentido opostos destas forças.

Diante dos ensinamentos das três leis estudadas serão brevemente debatidas algumas forças especiais, como é o caso da força da gravidade (\vec{g}), exercida entre dois corpos também. Essa interação é perfeitamente observada entre a terra e os objetos que estão sobre ela, quando em queda livre.

Movimentos como a rotação também pode ser explicado a partir da segunda lei de Newton. Halliday; Resnick; Walker (2016) debatem o movimento de rotação junto aos conhecimentos do torque que age sobre uma partícula, sendo expresso pela seguinte equação:

$$\vec{\tau} = \frac{d\vec{l}}{dt} \quad (1.6)$$

Além do torque o autor supracitado ressalta a importância de considerar o momento de inércia, derivando a relação entre essas grandezas, a partir da segunda lei de Newton para rotações em movimento circular, conforme descrito na equação a seguir:

$$L = m\vec{r}\vec{v} \Rightarrow L = \vec{v}\vec{p} \quad (1.7)$$

Considerando-se que na equação 1.7 o vetor \vec{r} é perpendicular a \vec{v} , assim como \vec{p} é perpendicular a \vec{r} , e que o componente L está na direção do plano z, tem-se então que:

$$L = rp \operatorname{sen}\phi \quad (1.8)$$

Esse modelo matemático é explicado por Halliday; Resnick; Walker (2016) de maneira prática, quando justificam o movimento de um giroscópio sem cair, levando o momento angular à precessão, momento em que o eixo do objeto esta na horizontal.

2.3.4 As leis de Newton no mundo moderno

Para Halliday; Resnick; Walker (2016) é possível a aplicação da mecânica newtoniana apenas quando a velocidade dos corpos envolvidos não são elevadas, quando comparado a velocidade da luz, e se os corpos não forem muito pequenos a nível atômico.

Mesmo com o advento da mecânica relativista e pela mecânica quântica “a mecânica clássica ainda é aplicada em uma gama de problemas e tópicos interessantes nos quais a mecânica clássica produz uma descrição completa e acurada dos possíveis movimentos” (TAYLON, 2013).

2.4 O ato do brincar e aprender

Maluf (2009) apresenta o brincar como uma atividade espontânea e prazerosa para quem pratica, sem distinção de idade, posição social ou condição econômica. A autora ressalta que quando brincamos exercitamos nossas potencialidades, provocando o funcionamento do pensamento, adquirindo conhecimento sem estresse ou medo, ainda promovendo o desenvolvimento intelectual, social e emocional.

Em todas as idades o brincar é realizado por puro prazer e diversão e cria uma atitude alegre em relação à vida e à aprendizagem (MOYLES, 2002, p. 21). Para Kishimoto (2001) os jogos de xadrez, de baralho, futebol, basquete, pipa, amarelinha e quebra-cabeça são interessantes para entreter amigos nos momentos de lazer, situação na qual predomina o prazer, à vontade de cada um participar livremente da partida.

No ato do brincar, Trettel e Batista (2016) identificam o lúdico como um ato descontraído de interrelação e descobertas, onde a criança consegue identificar seus erros e acertos. “O brincar vem sendo explorado no campo científico, com o intuito de caracterizar as suas peculiaridades, entre outros objetivos, intervir nos processos de educação e de aprendizagem das crianças” (CORDAZZO e VIEIRA, 2007).

O brincar é contemplado no Referencial Curricular Nacional para Educação Infantil, sendo considerado direito das crianças a brincar, sendo anunciado como forma de expressão, pensamento, interação e comunicação infantil (BRASIL, 1998, p.13), nesse sentido o ato de brincar é visto como uma maneira de vínculo entre o simbólico e a realidade da criança.

Diante das propostas das Diretrizes Curriculares Nacionais os principais eixos norteadores em uma proposta pedagógica devem: promover conhecimento por meio de experiências específicas que movimentação ampla, aprendizagem e uso de diferentes linguagens e o domínio de vários gêneros e formas de expressão, possibilitar convívio e experiência gêneros da linguagem e conhecimento das manifestações e tradições culturais brasileiras (BRASIL, 2010, p. 25-26).

Nicolau (2002) anuncia a brincadeira como um momento de interação, que não deve significar preenchimento de tempo nem perda de tempo. Brincar não constitui perda de tempo, nem é simplesmente uma forma de preencher o tempo. Os aspectos educativos do brincar são apreciados por Moyles (2002) como processos de interação social com seus pares e de estímulo a autoconfiança.

Durante a brincadeira há uma constituição de experiência social, organização e autonomia do sujeito, ainda elaboração de planos, ações e criação de regras (FALCÃO et al., 2012). Quando desenvolvida no ambiente escolar o professor assume grande responsabilidade, conforme Navarro e Prodócimo (2012) o brincar no contexto escolar depende da mediação, o que dota a atividade de qualidade e deixar a ação mais interessante.

No decorrer das brincadeiras as crianças podem realizar diversos tipos de movimentos. Maluf (2009) classifica esses movimentos em dois grupos distintos: movimentos para controlar o corpo (equilíbrio e deslocamento) e movimentos para controlar objetos (carregar, jogar e agarrar). Conforme a mesma autora, muitos destes movimentos já são produzidos com naturalidade pelas crianças, enquanto outros movimentos serão reproduzidos conforme a exigência e necessidade. Isso pode ter uma variação conforme a localização regional destas crianças (p. 25).

As brincadeiras em um contexto geral são defendidas pelos teóricos como ferramenta didática capaz de promover a comunicação entre os pares, sendo aplicada no processo de ensino-aprendizagem como veículo de expressão de sentimentos e pensamentos, por isso são utilizadas de maneira significativa para o desenvolvimento e aprendizado do ser humano. O ato de brincar já foi objeto de estudo de teóricos

como Vygotsky e Piaget e outros estudiosos que trazem em suas pesquisas as brincadeiras e ressaltam em seus estudos a brincadeira como elemento primordial no desenvolvimento infantil.

Enquanto Vygotsky (1988) interpreta a brincadeira como uma situação imaginária mediatizada pela relação que a criança tem com a realidade social, Piaget (1976) busca a equilíbrio como mecanismo de adaptação da espécie em que a brincadeira gera comportamentos de assimilação e acomodação.

No ato de brincar a criança se comporta além do seu comportamento habitual de sua idade, além de seu comportamento diário, nessa ocasião é vivenciada uma experiência além da realidade, diante da esfera imaginativa, promovendo assim intenções voluntárias (VYGOTSKY apud WAJSKOP, 2009, p. 32).

3 METODOLOGIA

Este trabalho foi dividido em três etapas, em que a primeira adotou o método qualitativo, a partir da revisão de literatura e pesquisas bibliográficas, onde se exploraram fontes teóricas inserida em livros, artigos científicos e periódicos publicados nos últimos dez anos, os quais auxiliaram na fundamentação de conceitos, definições, caracterização e compreensão dos aspectos envolvidos no tema central da pesquisa.

As plataformas de busca acessadas foram: revistas e jornais eletrônicos, periódicos e anais online, além de suportes de trabalhos científicos como: Library online (SciELO) e biblioteca virtual.

Para tanto foram adotados como principais descritores: Isaac Newton, Mecânica Clássica, Leis de Newton, o brincar, processo ensino-aprendizado, infância maranhense, metodologias ativas. As informações coletadas foram selecionadas conforme o grau de interesse, organizadas e sistematizadas neste trabalho de modo a permitir o alcance dos objetivos traçados, por meio de uma visão analítica e construtivista dos saberes na área do ensino da Física.

Para Prodanov e Freitas (2013) a definição de levantamento bibliográfico está delimitada pela reunião de documentos e trabalhos realizados a respeito do tema escolhido, abordados anteriormente para a obtenção de dados para a pesquisa. Gil (2008) aponta como vantagem da pesquisa bibliográfica o fato de permitir o conhecimento de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente.

Junto a isto, a segunda etapa da pesquisa tomou um caráter investigativo e de observação, adotando a metodologia qualitativa descritiva, uma vez que se buscaram ambientes em que estavam acontecendo recreação ou evento que envolvia o ato do brincar entre crianças, no estado do Maranhão.

Desta forma foram feitas visitas a parques, ruas, espaços recreativos e eventos com festividades do dia das crianças que na ocasião estavam sendo realizadas no município de São Luís-MA, ainda em parques de passeio e ruas da capital do Maranhão em que se encontravam grupos de crianças praticando alguma brincadeira.

Toda e qualquer identidade dos fotografados foram mantidas, sendo utilizado um recurso de ocultamento da face destas crianças, porém foram informados que o material fotográfico produzido iria compor este material acadêmico. Para garantir o direito de uso e autoria do material produzido foi elaborado um termo de anuência previamente assinado por pais ou responsáveis das crianças fotografadas, como forma de registrar o consentimento consensual em contribuir como desenvolvimento desta pesquisa acadêmica.

Este momento foi documentado em fotografia e no formato de mídia de vídeo com autorização prévia dos responsáveis pelas crianças, contudo resguardando-se a imagem e identidade destas. O registro audiovisual além de permitir o armazenamento de informações e posterior análise, favorece a reflexão, codificação, assim como de ambientes específicos (BASIL, 2011).

A técnica de observação é descrita por Pereira et al. (2018) como a organização de registro de informações alcançadas na execução da pesquisa, sendo apontada pelos autores como vantagem a percepção direta dos fatos sem qualquer intermediação, por outro lado apontam como desvantagem possíveis alterações nas atividades normais, ocasionadas pela presença do pesquisador.

Na etapa de observação in loco as ações realizadas foram coleta, organização e sistematização na observação das brincadeiras. Antes disso tudo foi produzida uma tabela (veja em apêndice), na qual foram feitas anotações conforme os parâmetros contidos na tabela, dentre os quais: tipo de brincadeira, descrição da brincadeira, movimentos observados.

Todo o material produzido nesta etapa foi empregado na análise dos movimentos praticados em cada uma das brincadeiras documentadas, em seguida foi

estabelecida a correlação dos movimentos executados nas referidas brincadeiras com as Leis de Newton pesquisadas na fase de levantamento bibliográfico.

A partir dos resultados obtidos foi construída uma ferramenta didática no formato de folheto informativo, disposto ao final deste trabalho, onde foi organizada e sintetizada a parte teórica da pesquisa, estabelecendo-se de maneira ilustrativa a relação dos movimentos observados nas brincadeiras com as três Leis de Newton, produzindo-se assim um material a ser disponibilizado para alunos do 1º ano do ensino médio que mostrarem interesse em adquirir gratuitamente esta ferramenta auxiliar.

4 RESULTADOS

4.1 Brincadeiras maranhenses e seus movimentos

Durante o período de observação nas ruas, praças, escolas e espaços de recreação foram identificadas as principais brincadeiras desenvolvidas por crianças e adolescentes presentes nestes ambientes. Nessa ocasião cada brincadeira foi cuidadosamente apreciada para posterior descrição. Junto a isto foram notificados os principais movimentos realizados em cada momento do desempenho dos brincantes.

Tudo isso foi suficiente para que os próximos capítulos deste trabalho fossem construídos, conforme resultados mostrados logo a seguir, organizado de maneira didática e de simples compreensão, sendo inicialmente dissertado sobre as principais brincadeiras praticadas nos ambientes visitados, com uma abordagem descritiva destas brincadeiras, com o foco nos movimentos e, por fim, sua correlação com a mecânica clássica, especificamente com as três Leis de Newton.

4.1.1 Amarelinha ou canção

O objetivo desta brincadeira é realizar um percurso tracejado no chão com giz, tinta ou desenhado em terra de chão batido. O desenho em quase sua totalidade tem formas geométricas retangulares enumeradas, o compartimento chamado de céu é formado por um semicírculo acoplado ao restante do percurso. As crianças necessitam completar o percurso à proporção que completam a rota de ida e volta.

A cada momento que completam a rotina a criança lança uma pedrinha para atingir a próxima casa numerada. Durante sua rotina no percurso não é permitido pisar no local em que se encontra a pedrinha previamente lançada.

Nesta brincadeira a criança necessitou saltar durante quase todo o percursos, conforme mostra na figura 1, principalmente quando foi necessário evitar pisar no retângulo em que se encontrava a pedrinha lançada.

Figura 1 – Criança em movimento durante o percurso



Fonte: do próprio autor, 2021

Durante o lançamento da pedrinha na casa pretendida a criança necessitou dispor de uma boa pontaria, além de produzir um bom lançamento com angulação eficiente a fim de alcançar o retângulo desejado.

4.1.2 Pé de lata

A produção desta brincadeira é de baixo custo, pois usa materiais que seriam descartados. A brincadeira é pouco praticada na atualidade, porém na década de 90 era muito comum olhar pelas ruas crianças se divertindo em uma engenhoca por eles mesmo produzida, a partir do uso de duas latas de aço furadas no fundo e um fio de barbante dimensionado na altura da cintura.

Para brincar no pé de lata a criança necessitou posicionar um pé em cada lata, virada com a abertura para baixo e o fundo furado para cima, a criança segurou o barbante com as duas mãos e realizou uma caminhada, puxando o barbante.

Durante a caminhada a criança necessita se equilibrar sobre as duas latas de aço, prendendo entre os dedos o barbante inserido no orifício no fundo da lata,

além disso, na reprodução do movimento da caminhada é necessário sincronizar e controlar cada lado do barbante.

O movimento da caminhada consiste em tensionar o fio de barbante do lado em que vai manter o sistema pé-lata parado no chão e, por conseguinte folgar o barbante no outro lado do sistema, para que seja possível posicionar o pé-lata em outro ponto do chão, reproduzindo assim um trajeto passo a passo.

4.1.3 Pião

Os piões normalmente são produzidos em madeira, com um formato cônico e um pino pontiagudo na terminação deste objeto. Acompanha ainda o brinquedo um barbante de aproximadamente 1 metro. Seu funcionamento depende deste dispositivo, pois o pião é totalmente envolvido por esta corda, a partir do ~~bico~~ (pino) distribuído por toda a extremidade de seu corpo.

Um das extremidades da corda deve ficar livre em tamanho que possibilite o envolvimento do polegar e o dedo médio do jogador. A brincadeira pode acontecer entre grupos de crianças travando um desafio de desempenhos, como também pode ser realizada de maneira solitária.

O movimento do pião acontece em função do arranjo produzindo ao se enrolar o barbante em todo o corpo do brinquedo. Após apoiar nos dedos o remanescente de uma das extremidades do barbante o jogador necessita impulsionar o brinquedo e lançar no chão.

Após ser lançado e desprendido totalmente do barbante o brinquedo tende a reproduzir movimentos circulares contínuos no solo. O giro ocorre devido o impulso do barbante enrolado na extremidade, o qual é puxado com rapidez. A frequência e a intensidade que o brinquedo vai reproduzir o movimento rotativo dependem da força de lançamento, ainda da superfície em que o pião foi disposto.

4.1.4 Queimada

A brincadeira é uma disputa entre equipes em quadras ou áreas livres com extensão adequada. O espaço é dividido em quatro ambientes distintos, as duas partes centrais e confrontantes são ocupadas pelas equipes, uma cada espaço específico. As duas partes terminais no fundo de cada espaço ocupado pelas equipes é a área dos jogadores que foram queimados.

Considera-se jogador queimado aquele que foi atingido pela bola lançada com as mãos pelo jogador da equipe adversária. Vence a partida aquela equipe que tiver todos ou a maioria de seus jogadores queimados.

Para queimar o jogador adversário o jogador em posse da bola precisou lançar a bola em direção a um dos competidores opostos, distantes aproximadamente 3,5 metros, para isso antes de lançar a bola em direção ao alvo o jogador tomou certa distância da linha limítrofe dos campos e antes de lançar a bola correu até o ponto limite do campo, na direção do jogador que desejou atingir com a bola. Na linguagem popular os jogadores denominam de “tomar impulso” este movimento realizado antes do lançamento.

No outro lado do campo o jogador alvo também necessitou de movimentos para evitar a “queima”. Isso pode ser realizado de dois modos, ou o jogador alvo esquiva-se da bola para não ser atingido ou enfrenta o objeto posteriormente lançado, aparando com as mãos ou realizando qualquer outro movimento que facilite o amparo da bola sem deixar cair no chão.

Ainda durante a partida outro movimento observado foi no momento em que uma das equipes teve um de seus integrantes na área dos queimados, este de posse da bola precisou queimar outro integrante da equipe adversária, depois lançou a bola para os jogadores que estavam no campo de sua equipe, esse lançamento foi realizado a uma distância de aproximadamente 3,5 metros.

4.1.5 Latobol ou tacobol

O jogo de latobol é uma brincadeira regional com características de jogos de origem britânica como o beisebol e o cricket que utilizam equipamentos como o taco e a bola durante a realização das partidas. No latobol ainda são empregados pinos, substituídos nas brincadeiras de rua por latas de aço ou garrafas pets.

Na disputa duas duplas se enfrentam, ficando dois jogadores da mesma equipe responsáveis em defender o pino (lata ou garrafa) dos lançamentos da bola realizados pelos jogadores opostos posicionados atrás da linha imaginária da lata.

A dupla com posse da bola são pretensos jogadores que pretendem mudar de posição, tendo como anseio a posição de defensores da lata, para isso precisam tombar o pino (lata ou garrafa) exposto na outra extremidade da área de jogo, distante cerca de 8 metros deste que lançará a bola.

Isso exigiu um esforço ao realizar o lançamento da bola na direção do alvo, nesse sentido foi indispensável à aplicação de força, uma boa pontaria e impulso para alcançar seu objetivo.

Em contraponto o guardião do pino oposto necessitou rebater o lançamento de seu oposto usando o taco para evitar que a bola atingisse seu objeto resguardado (lata ou garrafa). Nesse sentido, este jogador promoveu o encontro entre o taco e a bola, evitando assim o choque da bola no pino, e conseqüentemente a queda deste.

Quando foi aplicado determinada força com auxílio do taco na bola o objeto esférico tendeu a se deslocar em longa distância, fazendo com que o jogador oposto fosse ao encontro da bola e retornasse o mais rápido possível ao campo de jogo. O sentido e a direção da bola acontecem em função da inclinação do taco e força aplica.

4.1.6 Papagaio, curica ou pipa

Vaz e Cruz (2005) fazem uma descrição do objeto empregado nesta brincadeira informando que “os papagaios são elaborados com folhas de papel ou lenço, estendidas sobre uma cruz de canos e cortados em figura oval, com um rabo na parte fina para que sejam soltos ao ar, seguros por um cordel ou barbante.”. Ainda, os autores apresentam outra versão do brinquedo popular nas ruas de São Luís formado por um a tala no meio é maior, longitudinal maior, rabo de algodão amarrado na linha.

Figura 2 – Crianças levantando voo em uma pipa nas ruas de São Luís



Fonte: do próprio autor, 2021

As condições de clima e tempo são indispensáveis para o desenvolvimento da brincadeira, pois o objeto depende da ação dos ventos para levantar voo, por isso as pipas são “empinadas” durante um período de ventos amenos.

Para que a pipa levantasse voo o usuário do brinquedo precisou observar a direção dos ventos. Na ocasião adequada um voluntário ficou responsável em “soltar” o papagaio, para isso levou o brinquedo voador até certa distância, aproximadamente 10 metros, e ao sinal de ventos favoráveis impulsionou o papagaio para cima, soltando-o.

Nesse momento o outro indivíduo com o carretel na mão, puxou o fio preso ao brinquedo, deixando-o tensionado, o que favoreceu para que o papagaio alcançasse alturas significativas e manter-se no ar.

4.1.7 Corrida do saco

Trata-se de uma disputa de velocidade envolvendo acima de dois jogadores. Cada competidor entra em um saco cuja matéria prima seja resistente, com comprimento de no mínimo 0,90 metros de modo a promover o conforto ergonômico do corredor, pois precisa segurar firme nas bordas do saco. Nas corridas desta modalidade promovidas no Maranhão, sobretudo em comunidades rurais, normalmente é empregado o uso do popular saco de estopa, utilizado para embalar produtos como farinha e arroz.

A brincadeira tem seu inicial quando todos os competidores encontram-se na linha de partida, cada um dentro de um saco. Após o sinal todos partem para completar o trajeto em distância pré-definida, vence quem chegar primeiro na linha de chegada.

Para alcançar seu objetivo o jogador precisou completar o trajeto, necessitando manter equilíbrio e habilidade para conseguir locomover-se com rapidez, conforme observado na figura 2, evitando tombos e possíveis obstáculos.

Figura 3 – Competidores na corrida do saco antes de iniciar a competição



Fonte: do próprio autor, 2019

Para conseguir correr vestido no saco o competidor imprimiu uma força tal para realizar as passadas rápidas, ainda puxou para cima as bordas do saco, no momento em que saltava pra frente. Isso dependeu de uma coordenação motora bem apurada, pois é exigido resistência, esforço e, sobretudo velocidade.

4.1.8 Futebol travinha

Dentre as brincadeiras mais antigas o futebol travinha ainda é a mais popular e fácil de ser observada sendo praticada pelas ruas do Maranhão. Suas regras são em sua totalidade iguais ao jogo de futebol em campo ou ao futebol de salão. As equipes são formadas de no mínimo por dois jogadores.

Para realizar uma disputa de travinha não são necessários espaços extensos, nem materiais sofisticados. As traves apresentam pequenas dimensões, normalmente são utilizados caixotes de feira para este fim. As bolas utilizadas são dos mais variados tamanhos, normalmente com massa entre 250 e 300 gramas.

Durante uma partida de travinha os competidos precisaram de habilidade para correr, saltar e chutar. Ainda, tendo como objetivo fazer gol, para isso o competidor precisou de pontaria, com o proposito de seu chute conduzisse a bola por uma trajetória na direção do interior do caixote.

Para o chute atingir a distância desejada o jogador necessitou aplicar determinada força na bola usando os pés, conforme ilustrado na figura 3 mostrada logo a seguir:

Figura 4 – Momento do chute da bola na brincadeira



Fonte: do próprio autor, 2021

Em algumas condições o jogador necessitou de habilidade para que a bola em sua trajetória realizasse uma curva a fim de evitar que esbarre em barreiras ou nos adversários.

4.1.9 Bolinha de gude ou bila

Nessa brincadeira as crianças usam bolas produzidas comercialmente com vidro colorido, com massa que pode variar entre 0,10 a 1,4 gramas. As regras do jogo dependem das nuances de cada tipo de jogo, dentre os quais: bola na caçapa ou borroca, triângulo e galinha gorda.

O jogo do triângulo é o mais praticado pelas crianças nas ruas do Maranhão. Nesse jogo é desenhado um triângulo no chão e uma linha paralela tracejada distante a mais ou menos 3 metros da figura geométrica anteriormente desenhada na área, conforme ilustrado a seguir:

Figura 5 – Crianças se preparando para o jogo do triângulo



Fonte: do próprio autor, 2021

As esferas são selecionadas conforme seu volume e empregadas em funções específicas, as menores são depositadas (casadas) no interior da figura geométrica, enquanto as maiores são utilizadas para o arremesso, e são popularmente chamadas de “capitão”.

O objetivo da brincadeira é retirar do triângulo o máximo de bolinhas possíveis com o arremesso do “capitão”, a partir da linha tracejada em paralelo ao triângulo, em uma distância de aproximadamente 3,5 metros. Um jogador por vez terá a chance de realizar sua tentativa.

A boa pontaria é um diferencial nas brincadeiras de peteca (bolinha de gude), além disso, o jogador necessita ser eficiente ao aplicar força no momento do lançamento da esfera de vidro na direção das demais dispostas no interior do triângulo.

Figura 6 – Momento em que a criança lança a bola na direção do triângulo



Fonte: do próprio autor, 2021

Os movimentos executados nessa ocasião da brincadeira estão intrinsecamente ligados às três Leis de Newton, a partir do lançamento opera a primeira lei, assim como a noção de massa da esfera é fundamental para que a criança entenda qual força deve ser operada para que a bolinha lançada atinja as bolinhas no interior do triângulo com a finalidade de expulsar as bolas desejadas de dentro da figura geométrica, nesse momento opera a segunda lei. Já a terceira lei é notada momento em que as bolinhas se chocam umas com as outras, sendo observado a reação destas esferas.

4.2 Correlação movimentos-leis de Newton

4.2.1 A 1ª Lei de Newton nas brincadeiras da infância maranhense

Nessa seção do trabalho o foco estará voltado para o momento que antecede as forças (\vec{F}) exercidas em cada movimento observado nas brincadeiras acompanhadas no desenvolvimento deste trabalho. Pois é a partir desta grandeza que o corpo terá sua velocidade alterada.

Nas brincadeiras observadas foi possível identificar os preceitos da 1ª Lei de Newton em dois momentos distintos, a saber: quando o corpo ou objeto esteve em repouso e quando estes estiveram em movimento uniforme em linha reta. Esse princípio foi fundamentado por Newton, o qual afirmou que “Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em uma linha reta, a menos que seja forçado a mudar aquele estado por forças imprimidas sobre ele”.

Em linhas gerais, os movimentos observados nas brincadeiras que usam bolas e que estes objetos estiveram rolando com rapidez em uma trajetória retilínea, este objeto apresentou equilíbrio dinâmico, até que esbarre em um obstáculo. YOUNG. H. D; FREEDMAN (2009) demonstram matematicamente destes movimentos de maneira escalar e vetorial, respectivamente, pelas (1.9) e (1.10) a seguir:

- ✓ Representação vetorial de uma partícula em equilíbrio

$$\sum \vec{F} = 0$$

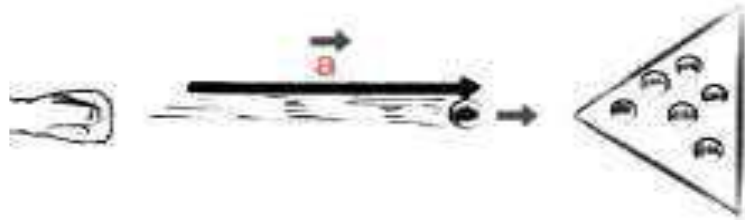
(1.9)

- ✓ Representação na forma de componente de uma partícula em equilíbrio

$$\sum \vec{F}_x = 0; \sum \vec{F}_y = 0; \sum \vec{F}_z = 0 \quad (1.10)$$

Na brincadeira de bolinha de gude este momento foi observado durante o momento em que as esferas de vidro estiveram resguardadas no interior da figura geométrica triangular desenhada pelos jogadores, conforme mostra a ilustração 1 logo abaixo:

Ilustração 1 – Momento do repouso das esferas de vidro no interior do triângulo



Fonte: do próprio autor, 2021

A abordagem válida para correlacionar estes movimentos com os ensinamentos da Física, especificamente com o foco voltado para as Leis de Newton, é notório a expressão da 1ª Lei de Newton, ainda, antes do início da corrida, em que os competidores encontravam-se inertes aguardando o sinal sonoro de largada.

Já no jogo de tacobol a 1ª lei de Newton foi notificada no objeto alvo utilizado na brincadeira (a lata), que permanece em repouso dentro do círculo, e na brincadeira da amarelinha o momento de inércia deu-se no momento em que a pedrinha ficou resguardada em uma das “casas” que compõe o percurso desenhado no chão.

4.2.2 A 2ª Lei de Newton nas brincadeiras da infância maranhense

Além da importância da grandeza vetorial força, mencionada na seção anterior, para correlacionar as brincadeiras com a segunda Lei de Newton, nessa

etapa do trabalho serão consideradas a grandeza escalar massa (m) e a aceleração (\vec{a}), que é uma grandeza vetorial.

O estudo da 2ª Lei de Newton aplicada ao ato de brincar é essencial para a criança entender que a massa dos materiais, utensílios e equipamentos empregados no ato do brincar influenciam diretamente no desempenho dos participantes e nos resultados das brincadeiras, já que no ato de lançar um objeto, seja uma bolinha de vidro, uma bola de couro ou até mesmo uma pedra brita usada na amarelinha, o jogador precisa planejar qual a intensidade, o sentido e a direção deseja atingir, antes de aplicar a força.

Uma situação especial de análise da aplicação de força foi verificada em um momento do jogo de futebol de travinha, durante um dos movimentos típicos desta brincadeira que é o drible, o qual consiste em o detentor da bola passar pelo seu adversário sem perder a posse da bola. O seu oponente conseguiria evitar o drible caso aplicasse uma força contrário ao corpo do seu adversário, que fosse capaz de desacelerar o movimento e sem provocar o tombo do jogador de posse da bola.

Por outro lado os jogadores mais leves têm mais habilidade para reproduzir este movimento, pois estes podem atingir maiores acelerações, isso se deve ao fato de a aceleração ser inversamente proporcional a massa, com base na equação 1.2 e representado no modelo matemático a seguir:

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad \Rightarrow \quad \vec{a} = \frac{F}{m} \quad (1.11)$$

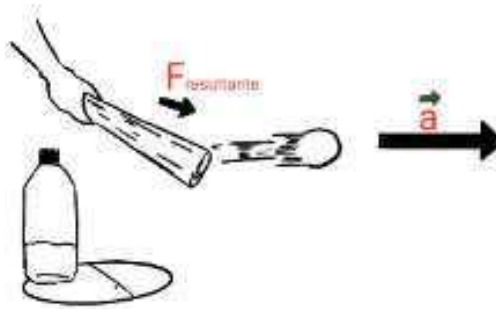
Em situação similar Halliday; Resnick; Walker (2016) exemplifica a atuação das forças sobre determinado corpo (A), informando que em uma disputa pela bola em que estão envolvidos vários jogadores a força resultante sobre o elemento A corresponde apenas aos empurrões e puxões que o corpo A recebe dos demais jogadores, essa soma vetorial não leva em consideração os puxões e empurrões praticados pelo corpo A contra outros jogadores.

Nessa mesma brincadeira a noção da massa da bola e da distância entre o atacante e a travinha, são informações suficientes para que o jogador possa realizar um chute com chances de atingir o objetivo de fazer gol. A massa da bola é chamada de massa inercial, a partir desta é possível conhecer a alteração da velocidade da bola, matematicamente isso é esclarecido quando reescrevemos a segunda lei de Newton da seguinte forma:

$$m \frac{d\vec{v}(t)}{dt} = \vec{F} \quad \square \quad \frac{d\vec{v}(t)}{dt} = \frac{1}{m} \vec{F} \quad (1.12)$$

No jogo de latobol tanto a massa da bola quanto do taco interferem diretamente na força a ser aplicada no momento da defesa do pino (lata), ainda na aceleração que a bola pode alcançar provocando o deslocamento à longa distância do oponente, e tendo como consequência altas pontuações da dupla defensora da lata, essa situação foi ilustrada e demonstrada na ilustração 2 que segue:

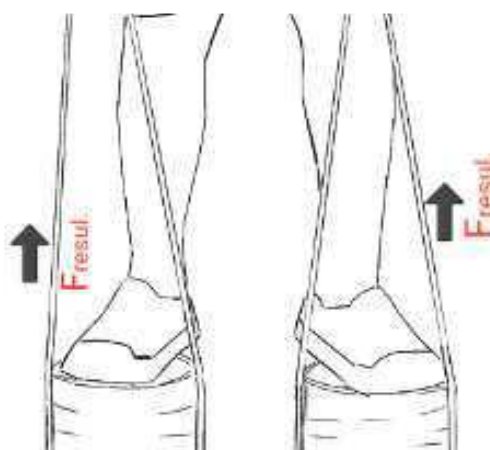
Ilustração 2 – Interferência da massa do taco na aceleração da bola



Fonte: do próprio autor, 2021

Este mesmo princípio aplica-se as demais brincadeiras, a saber: no pé de lata com a finalidade de realizar a caminhada a criança precisa investir em força puxando o barbante para cima e movimentando o sistema pé+lata, conforme se observa na ilustração 3 logo abaixo:

Ilustração 3 – Sentido da força imprimido pela criança no brinquedo



Fonte: do próprio autor, 2021

Ainda em relação a força a ser empregada, no jogo da queimada os competidores (as) teriam dificuldade em alcançar o objetivo se a massa da bola utilizada foi tal qual a massa de uma bola de basquete profissional; já no jogo de peteca essa diferença de massa favorece quem jogar com um a esfera de vidro com maior massa, pois terá maiores probabilidades em tirar o máximo de bolas do triângulo, para tanto necessita aplicar uma força maior no ato do lançamento.

4.2.3 A 3ª Lei de Newton nas brincadeiras da infância maranhense

Já no ato da corrida reproduzida nessas brincadeiras a criança reproduz a teoria da 3ª Lei de Newton, uma vez que este faz uma força com os pés contra o chão, empurrando-o para trás, na mesma ocasião o chão empurra os pés para frente, sendo notificado ai um par de ação-reação nestes movimentos realizados nas referidas brincadeiras.

Essa força de atrito ocorre até mesmo quando o brincante está em pé parado no piso da área em que a brincadeira está sendo realizado, momento em que entra em ação a força gravitacional da Terra que puxa o jogador para baixo, provocando uma deformação imperceptível do piso e o solo empurra o jogador para cima, este empurrão promovido pelo piso é denominado força normal (N), sendo essa força exercida sob o individuo é perpendicular ao piso.

Na brincadeira do pé de lata os mesmo princípios são notificados, pois para realizar a caminhada a criança apoia seus pés sob a lata e esta fica apoiada no chão, nessas condições existem três momentos em que o par ação-reação age, primeiramente quando a criança pressiona a lata com os pés, no momento em que a

lata empurra o chão para baixo e no momento em que é considerado o brinquedo, mostrado na figura abaixo, como um sistema composto pelo pé da criança+lata.

Figura 7 – Criança executando o trajeto com o brinquedo de lata



Fonte: do próprio autor, 2021

O par ação-reação é ainda notificada na brincadeira de queimada, momento em que o competidor acertar com a bola seu oponente, sendo assim a bola sofre deformações ao tocar o corpo do jogador (a), da mesma forma o corpo também altera momentaneamente sua composição física.

O mesmo ocorre no jogo de bolinha de gude, quando a criança arremessa e acerta uma das bolinhas dentro do triângulo, ambas sofrem tal deformação. Já no jogo de tacobol, o efeito do par ação-reação pode ser observado em dois momentos: quando o jogador rebate a bola com o taco ou quando o arremessador acerta o pino (lata) do time adversário.

4.2.4 O caso especial do giro do pião

As múltiplas voltas dadas com o barbante em torno do pião provoca o movimento rotacional após sua liberação na superfície, ocasionado pelo rompimento de repouso do objeto lúdico. A partir disso o movimento contínuo do giro do pião em volta de seu próprio eixo é denominado de movimento de rotação.

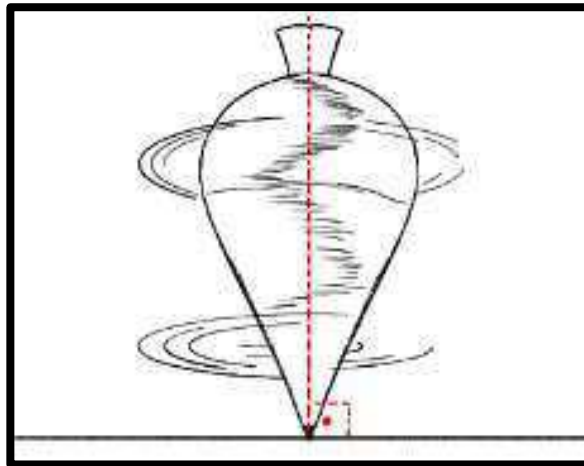
Enquanto o pião gira no eixo vertical o brinquedo resiste a mudanças do movimento para o eixo horizontal. Isso ocorre porque o brinquedo giratório sofre pouca influência externa, sobretudo da superfície de apoio em que o contato é mínimo,

conferindo então ao momento da brincadeira a lei da conservação do momento angular.

O momento angular ($\vec{\Delta L}$) origina-se a partir do movimento de rotação do pião em torno de si mesmo, nesse momento o pião sofrerá pequenas variações, tendo-se assim torque e momento angular no mesmo sentido devido a força peso. O pião sofrerá variação no seu posicionamento em pequenos intervalos de tempo, isso ocorre quando o movimento do brinquedo é realizado no eixo z.

Na ilustração a seguir é ilustrado esse momento, tomando-se por base a equação 1.8, nesse momento o valor de $\text{sen}\phi = 90^\circ$.

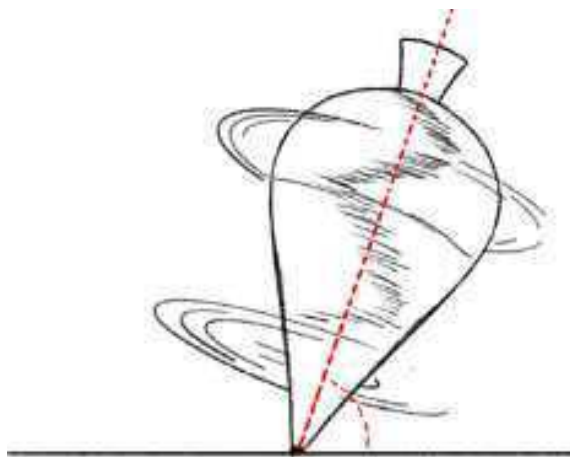
Ilustração 4 – Giro do brinquedo no eixo vertical



Fonte: do próprio autor, 2021

O fim da brincadeira é previamente anunciado quando o movimento o brinquedo começa a perder a estabilidade giratória, momento em que começa a perde velocidade de movimento e tombando para os lados, sendo notificado o valo do $\text{sen}\phi \neq 90^\circ$, conforme ilustrado a seguir:

Ilustração 5 – Momento em que o pião perde estabilidade no eixo vertical



Fonte: do próprio autor, 2021

A inclinação para a lateral formando uma angulação entre o eixo horizontal e o eixo vertical, devido ao atrito que diminui a força de equilíbrio do objeto, quando cessa totalmente a intensidade o pião volta para a posição de repouso.

Em suma, o giro de um corpo rígido em torno de um eixo fixo, não modifica a forma deste corpo, pois este gira com todas suas partes juntas. Isso ocorre em função da posição angular, tendo-se como referência uma linha de referência perpendicular ao eixo fixo z em um tempo t , o qual é dado por $\theta(t)$, sendo esta linha feita com uma reta fixa tomada como a posição angular zero em $t = 0$ (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

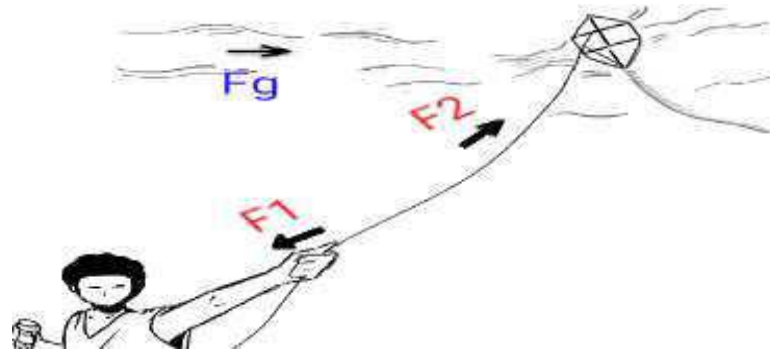
No ato da brincadeira do pião ocorre um fenômeno físico chamado de precessão, o mesmo acontece em um giroscópio, porém não ocorre sob a ação da gravidade, este sofre variações no momento angular quando forças externas exercerem torque no sistema, exatamente quando se empurram alguns de seus anéis. (BUSSATTO, GIACOMELLI E PÉREZ, 2016. p. 5).

Já no pião a precessão ocorre devido a ação da gravidade, considerando-se assim que ocorre de maneira natural, isso acontece porque o centro de massa do brinquedo encontra-se ao longo do eixo Z , sendo assim é gerado um torque, por meio do produto vetorial entre força peso (mg) e posição (\vec{r}), nesse sentido o torque tem seu direcionamento ao longo do eixo y e perpendicular a x e z .

4.2.5 Movimentos diferenciados na brincadeira de papagaio

No momento do voo do papagaio há uma interação do brinquedo com o vento. Nesse sentido o vento regula os movimentos do papagaio como um defletor no momento que empurra para baixo, isso configura a interação promovida no ar, conforme as forças de interação de um sobre o outro (papagaio-vento), tais forças são ilustradas na figura a seguir:

Ilustração 6 – Forças agindo em um papagaio no ar



Fonte: do próprio autor, 2021

Isso é característico ao que foi visto na Terceira Lei de Newton, configurando um par de forças (ação/reação), sendo estas iguais quanto ao módulo em intensidade, porém em sentido oposto. Junto a isso, nessa ocasião está presente a Segunda Lei de Newton, na situação de manutenção do voo do brinquedo, compreendido quando analisado sob dois componentes distintos, vertical e horizontal, provocado pela variação da quantidade de massa de ar presente no espaço aéreo em que se encontra o papagaio.

Quando a força da gravidade age sob o papagaio, puxando-o para baixo, a componente vertical da força agirá levantando-o, paralelo a isso a componente horizontal terá permissão em promover o percurso de distanciamento do objeto, uma vez que o brincante liberar a linha, com a linha presa (tensionada) o papagaio apenas manterá o equilíbrio no ar.

Além disso, é observada a força de tração nessa brincadeira, conforme Halliday; Resnick; Walker (2016) quando um objeto é preso a um fio e esticado, nessa ocasião é aplicado uma força na direção da corda, sendo esta chamada de força de tração, implicando dizer que \vec{F} representa a força exercida sobre o corpo, considerando-se a massa da corda desprezível.

Na brincadeira aqui mencionada o ar é o elemento fundamental no movimento do papagaio. A consideração do efeito do ar em movimentos de queda e lançamentos é extremamente relevante, e certamente indispensável na dinâmica da sustentação do voo (Weltner et al., 2001).

Na maioria dos estudos de Física a resistência do ar é desprezada, no entanto na prática uma maneira de obter uma solução aproximada admitindo-se a resistência do ar no estudo de movimentos dos projéteis, foi desenvolvida por J. Bernoulli no ano de 1719. Baseado nas leis de Newton Weltner et al. (2001) investigou as forças que agem em uma asa em voo e concluíram que a maior velocidade do ar acima da asa não é a causa mas sim a consequência de uma pressão menor nesta região.

5 CONCLUSÃO

Durante a construção do trabalho pode-se realizar as devidas observações e produzir os registros fotográficos de algumas destas brincadeiras encontradas em espaços públicos, em eventos escolares e recreações. No entanto outras brincadeiras que não foram observadas nos espaços visitados tiveram suas descrições baseadas conforme a vivência da infância, como é o caso do jogo de peteca (bolinha de gude) e do pião.

O momento de observação além de proporcionar a produção da do trabalho aqui apresentado, criou projeções para futuras atividades a serem desenvolvidas em sala de aula, com a finalidade de ministrar os conteúdos da Mecânica Clássica tendo como ferramenta didática determinadas brincadeiras.

Após a organização de todo material coletado foi desenvolvida a etapa de concatenação com a teoria. Nesse estágio teve-se o cuidado de utilizar uma linguagem que atendesse aos diversos públicos que possivelmente terão acesso a este trabalho. Identifica-se então a etapa mais difícil na jornada de construção deste trabalho, pois a literatura dispõe de pouco material direcionado a esta temática.

Contudo, cumpriu-se com todas as etapas planejadas para realização do trabalho aqui apresentado. Desta forma considera-se que o objetivo principal foi alcançado. Porém, o desejo é que esta produção acadêmica ainda vá além de sua aprovação, alcançando as salas de aula e auxiliando nas atividades docentes no processo do ensino das três Leis de Newton. Para isso foi produzido um panfleto que demonstra de maneira resumida os resultados, conforme visto no apêndice ao final

deste trabalho, o qual será divulgado entre alunos do ensino fundamental e médio e distribuído conforme interesse destes.

Deseja-se ainda que este trabalho seja inspiração para tantos outros autores que anseiam tornar a Física um momento prazeroso de aprendizado e que seja quebrado o estigma que para aprender Física ou Ciência o espaço escolar necessita unicamente de laboratórios sofisticados.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, M.A. M. de. **Tópicos de Mecânica Clássica**. Coleção CBFP. 2011

ANTUNES, C. A.; GALHARDI, V. B.; HERNASK, C. A. As leis de Newton e a estrutura Espaço-temporal da Mecânica Clássica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 40, nº 3, e3311 (2018).

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil**. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil**. Brasília, 2010.

BUSATTO, C. Z.; GIACOMELLI, A. C.; PÉREZ, C. A. S.(2016).Construção de um Giroscópio para o Estudo do Momento Angular e a Precessão. **Anais do V Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia**. UTFPR. Ponta Grossa.

COHEN, B.; WESTFALL R. S. **Newton**: textos, antecedentes, comentários. Tradução: Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Contraponto/EDUERJ, 2002.

CORDAZZO, S. T. D.; VIEIRA, M. L. **A brincadeira e suas implicações nos processos de aprendizagem e de desenvolvimento**. Estud. pesquis. psicol., Rio de Janeiro , v. 7, n. 1, jun. 2007 . Disponível em <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808-42812007000100009&lng=pt&nrm=iso>. Visitado em 15 nov. 2021.

FALCÃO, J. M. et al. Saberes compartilhados no ensino de jogos e brincadeiras: maneiras/artes de fazer na Educação Física. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte** [online]. 2012, v. 34, n. 3 [Acessado 15 Novembro 2021] , pp. 615-631. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0101-32892012000300007>>. Visitado em 12 nov. 2021.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. - 6. ed. - São Paulo : Atlas, 2008.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física**, volume 1: 10. ed. - Rio de Janeiro : LTC, 2016.

KISHIMOTO, T. M. (orgs). **Jogo, Brinquedo, Brincadeira e a Educação** – São Paulo. Cortez, 5º ed., 2001, p. 45-56.

MALUF, A. C. M. **Brincar: prazer e aprendizado**. 7 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2009.

MOLINA JÚNIOR, W. **Conceitos Fundamentais de Mecânica Clássica**. ESALQ/USP – 2017. 54 p.

MOYLES, J. R. **Só brincar? O papel do brincar na educação infantil**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

NAVARRO, M. S.; PRODÓCIMO, E. Brincar e mediação na escola. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte** [online]. 2012, v. 34, n. 3 [Acessado 15 Novembro 2021] pp. 633-648. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0101-32892012000300008>>. Visitado em 08 nov. 2021

NICOLAU, M. L. M. **A educação pré-escolar: fundamentos e didática**. 10 ed. São Paulo: Editora Ática, 2002 (Série Educação).

PEREIRA et al. **Metodologia da pesquisa científica**. [recurso eletrônico-e-book], 1. ed. – Santa Maria, RS: UFSM, NTE, 2018.

PIAGET, J. **A formação do símbolo na criança**. Rio de Janeiro: Zahar, 1978.

PORTO, C.M.; PORTO, M.B.D.S.M. A evolução do pensamento cosmológico e o nascimento da ciência moderna. **Revista Brasileira de Ensino de Física** [online]. 2008, v. 30, n. 4 [Acessado 15 Novembro 2021] , pp. 4601.1-4601.9. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1806-11172008000400015>>. Visitado em 13 nov. 2021.

PORTO, C.M ; PORTO, M.B.D.S.M. Galileu, descartes e a elaboração do princípio da inércia. **Revista Brasileira de Ensino de Física** [online]. 2009, v. 31, n. 4 [Acessado 15 Novembro 2021] , pp. 4601-4610. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1806-11172009000400018>>. Visitado em 14 nov. 2021.

PRODANOV, C.C.; FREITAS, E.C. de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico** – 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013, 277 p.

TAYLOR, J. R. **Mecânica Clássica** [recursos eletrônicos]. Tradução: Wladir Leite Roque. Porto Alegre – RS: Bookman, 2013

TRETTEL, U. R.; BATISTA, E. C. **A importância da brincadeira no processo de ensino e aprendizagem na educação infantil**. Extensivo: R. Eletr. de Extensão, ISSN 2319-0345 Tangará da Serra - MT, v. 04, n. 1, p. 18-31, 2016.

VAZ, L. G. D.; CRUZ, R. C. **Jogos tradicionais e brincadeiras infantis do Maranhão** [Online], 30/09/2005. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/2011/educacaoofisica/artigo/jogos_maranhao.pdf>. Visitado em 02 nov. 2021.

WAJSKOP, G. **Brincar na pré-escola**. 8. Ed. São Paulo: Cortez, 2009.

WELTNER, K., INGELMAN-SUNDBERG, ESPERIDIÃO, M. A.S. e MIRANDA, P. Dinâmica dos Fluidos Complementada e a Sustentação da Asa. Rev. **Bras. Ensino Fís.** **23**, 429 (2001).

VYGOTSKY, L. **A formação social da mente.** São Paulo: Martins Fontes, 1984.

YOUNG. H. D; FREEDMAN. Física 1- Sears & Zemansky. **Mecânica.** Tradu. Claudia Martins; 12^a. Edição. Ed. Pearson. São Paulo, SP, 2009.

APÊNDICE A – Quadro do levantamento das brincadeiras e movimentos observados

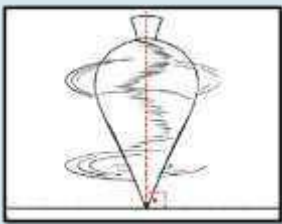
| NOME POPULAR BRINCADEIRA | TIPO DE BRINCADEIRA | MOVIMENTOS OBSERVADOS |
|-------------------------------------|--|--|
| Cancão ou amarelinha | Trajeto em percurso | Salto, equilíbrio, lançamento. |
| Futebol travinha | Jogo com uso de bola, disputa entre equipes | Corrida, salto, equilíbrio, chute, agachamento, agarra, puxões, giros, lançamentos. |
| Corrida do saco | Disputa em percurso de trajeto | Corrida, saltos, puxões equilíbrio. |
| Queimada | Jogo com uso de bola, uso das mãos, disputa entre equipes. | Corrida, salto, equilíbrio, agachamento, agarra, puxões, giros, lançamentos. |
| Pé de lata | Trajeto em percurso | Caminhada, equilíbrio, puxões. |
| Bolinha de gude) | Disputa entre pares | Caminhada, lançamento, atrito entre os objetos. |
| Papagaio | Controle de objeto no ar | Puxões (na linha) e corrida |
| Pião | Controle de objeto no solo | Movimentos com as mãos, lançamento, giro. |
| Latobol | Jogo com bola com disputa entre pares | Corrida, caminhada, arremessos, atrito (taco e bola), levantamento de objeto (taco), equilíbrio. |

APÊNDECE B – Proposta de folheto a ser distribuído ao público de interesse

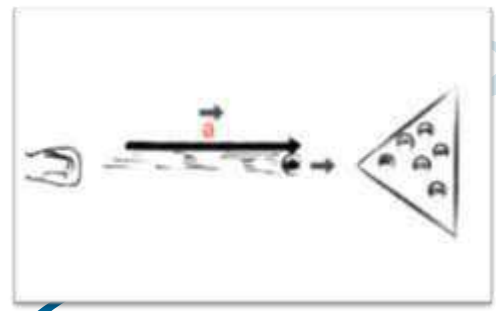
AS TRÊS LEIS DE NEWTON NO BRINCAR DA INFÂNCIA MARANHENSE: uma abordagem didática

Autor: Ednaldo Silva Belo*

O brincar é atividade recheada de movimentos, nesse sentido é bem provável identificar em uma brincadeira de criança ações que culminem com o ensinamento da mecânica, baseado nas leis newtonianas. Para o presente trabalho a abordagem de pesquisa foi realizada com enfoque específico à mecânica das brincadeiras mais comum entre as crianças do Maranhão. O professor junto com seus alunos podem encontrar nas brincadeiras vários ensinamentos das Leis Newtoniana, a partir dos movimentos observados.



| NOME POPULAR BRINCADEIRA | TIPO DE BRINCADEIRA | MOVIMENTOS OBSERVADOS |
|--------------------------|---|--|
| Cancão ou amarelinha | Trajeto em percurso | Salto, equilíbrio, lançamento. |
| Corrida do saco | Disputa entre pares | |
| Queimada | Jogo com uso de bola, uso das mãos, disputa entre equipes | Corrida, salto, equilíbrio, agachamento, agarra, puxões, giros, lançamentos. |
| Pé de lata | Trajeto e percurso | Caminhada, equilíbrio, puxões |
| Bolinha de gude) | Disputa entre pares | Caminhada, lançamento, atrito entre os |
| Papagaio | Controle de objeto no ar | Puxões (na linha) e corrida |
| Latobol | Jogo com bola, com disputa entre pares | Corrida, caminhada, arremessos, atrito (taco e bola), levantamento de objeto |



No jogo de peteca (bolinha de gude) o aluno poderá aprender sobre o momento da quebra de inércia, observando as bolinhas no centro do triângulo antes do lançamento inicial.



Nesse jogo o aluno vai entender que a massa do taco e a força usada para rebater a bolinha irão influenciar no vetor velocidade. Para conhecer os valores desta grandeza, o professor deverá apresentar a formula: $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$



* Graduando do curso de licenciatura em Física/ dted E-mail: ed-bello@hotmail.com

