

A utilização do ioiô como ferramenta de pesquisa educacional

The utilization of yoyo as a tool of educational research

DOI:10.34117/bjdv7n2-065

Recebimento dos originais: 04/01/2021

Aceitação para publicação: 04/02/2021

Rafael Medeiros de Freitas

Licenciatura em Física pelo Instituto Federal do Ceará (IFCE), Acaraú-CE

Endereço: Macajuba, sn, CEP 62580-000, Acaraú-CE.

E-mail: rafaeldefreitas2011@hotmail.com

Maria Roberta de Farias

Licenciatura em Física pelo Instituto Federal do Ceará (IFCE), Acaraú-CE

Endereço: Avenida Israel Manoel da Silveira, 1250, CEP 62595-000, Cruz-CE

E-mail: roberta.farias01@hotmail.com

Beatriz Araújo Rocha

Licenciatura em Física pelo Instituto Federal do Ceará (IFCE), Acaraú-CE

Endereço: Aranaú, SN°, 62580-000, Acaraú-CE

E-mail: beatriz19luz@gmail.com

George Frederick Tavares da Silva

Doutor em Física pela Universidade Federal do Ceará – UFC

Professor do Instituto Federal do Ceará (IFCE) – Campus Canindé

Endereço: Rua F, n 57, Cj. Itaparica, Vila Velha, CEP 60342-190, Fortaleza – Ce

E-mail: george.frederick@ifce.edu.br

RESUMO

É próprio do homem a investigação e a criação de estratégias que viabilizem a sua adaptação em um meio. A invenção da roda e de outros instrumentos de rolamento, como o ioiô, são exemplos de descobertas antigas e que vêm contribuindo ao longo dos anos para tais fins. O ioiô, por exemplo, é um objeto cujos movimentos não se restringem apenas às brincadeiras, mas à elaboração de mecanismos que favorecem a indústria, transportes, dentre outros setores. A evolução de seus modelos tem permitido que competidores realizem ousadas manobras durante os campeonatos. Esse brinquedo é considerado um verdadeiro laboratório de física, pois estudar seu movimento permite perceber fenômenos como: energia cinética e potencial, torque, rotação, translação, momento linear e angular, atrito, velocidade, aceleração e força. Sendo assim objetiva-se neste trabalho analisar grandezas envolvidas no movimento do ioiô e usá-lo como objeto de aprendizagem nas aulas de Física, possibilitando que professores e alunos realizem análises e tornem o ensino da disciplina significativo. Para isso foram feitos estudos bibliográficos e experimentações, que resultaram na exploração de uma gama de conceitos físicos e na verificação de suas influências na subida do ioiô até a mão do praticante. Esses resultados confirmam a relevância de usar objetos simples para explorar a Física, reforçando que é uma ciência voltada à explicação de fenômenos da natureza.

Palavras-chave: fenômenos físicos, investigação, ludicidade, material alternativo.

ABSTRACT

It is man's own the research and the creation of strategies that enable his adapt in a way. The invention of the wheel and other instruments of bearing, such as the yo-yo, are examples of old findings that had contributed over the years for such purposes. The yo-yo, for example, is an object whose movements aren't restricted only to jokes, but the development of mechanisms that favor the industry, transport, among other sectors. This toy is considered a true physics laboratory, for studying his movement allows us to understand phenomena such as kinetic and potential energy, torque, rotation, translation, linear and angular momentum, friction, velocity, acceleration and force. Therefore, this work has like objective to analyze quantities involved in the movement of the yo-yo and use it as an object of learning in physics classes, allowing teachers and students to perform analysis and to make the teaching of the discipline significant. For that were made bibliographic studies and trials, which resulted in the exploration of a range of physical concepts and on verification their influence on the rise of yo-yo to the hand of the practitioner. These results confirm the relevance of using simple objects to explore the physics, stressing that it is a science focused on the explanation of natural phenomena.

Keywords: ludicity, physical phenomena, investigation, alternative material.

1 INTRODUÇÃO

Desde os tempos mais longínquos, o homem vem fazendo aplicações da Física em suas atividades cotidianas, embora muitas vezes, a utilização não seja percebida por quem a emprega. A invenção da roda revolucionou grande parte do que se conhece atualmente, seja na fabricação dos transportes, nos equipamentos industriais ou no entretenimento.

Há relatos de que povos antigos da ilha de Páscoa utilizaram toras de madeira como rolos para deslocarem imensas estátuas de pedra por vários pontos da ilha. Posteriormente, visando a necessidade do homem em chegar mais rápido ao seu destino, criaram-se os primeiros transportes com rodas (carroça, carruagem) que devido ao seu funcionamento bem sucedido, evoluíram dando espaço a veículos mais sofisticados. O uso de sistemas de rolamento é vasto podendo ainda ser encontrados em eletrodomésticos, motores de automóveis e até mesmo em brinquedos como o ioiô. (HALLIDAY, RESNICK, 2008)

O uso de mecanismos de rolamento na indústria eletrônica e automotora é bastante comum. Facilmente é possível associá-las a invenções científicas. Entretanto considerar tais leis em atividades simples como em brincadeiras, não é algo tão trivial. O ioiô, por exemplo, pode ser classificado como uma dessas brincadeiras, e, portanto, pode ser amplamente estudado, desde que a percepção dos fenômenos seja evidenciada.

O ioiô é um dos objetos mais antigos da humanidade, portanto é difícil afirmar com precisão o real local de seu surgimento. Alguns estudiosos indicam seu aparecimento

na Grécia, onde foram encontrados objetos similares a cerca de 2500 anos, outros defendem que na China surgiram os primeiros brinquedos e há quem afirme ainda que surgiram na Índia. Há muito tempo esse objeto vem sendo usado para diferentes fins. Os primeiros foram criados para a caça, sendo estes feitos de pedra. Foi nas Filipinas que nasceram os primeiros ioiôs no modelo que se encontra atualmente, e possui esse nome derivado do idioma filipino, o qual significa “volta aqui”. (IOIOBRASIL, 2013)

Passados os anos, o objeto sofreu modificações em seu formato e em sua funcionalidade. A popularização do ioiô pelo mundo teve início em 1928, saído das Filipinas graças a Pedro Flores, um filipino, que saído de seu país, o levou aos Estados Unidos onde foi comercializado e tornado um objeto de desejo de milhares de crianças por todo o mundo. (ORIGEMDASCOISAS, 2012)

O objeto foi se atualizando cada vez mais nos anos seguintes, e ficando sempre mais tecnológico. Na década de 80 foram criados os ioiôs “inteligentes” que voltavam para a mão do usuário automaticamente. Já nos anos 90, os brinquedos foram ganhando rolamentos, além de terem novos materiais nas suas fabricações. Tal avanço resultou no aprimoramento de manobras e na criação de associações, as quais passaram a organizar competições esportivas voltadas para o público praticante de ioiô. (IOIOBRASIL, 2013)

O que permite a muitos competidores executar giros, subidas e descidas bem elaboradas, não é magia, mas a Física. Estudar o movimento de um ioiô significa evidenciar fenômenos como torque, momento linear e angular, rotação, translação, atrito, energia cinética e potencial, velocidade, aceleração e força. No presente trabalho todos esses fatos foram analisados, através de estudo prático e teórico. (HALLIDAY, RESNICK, 2008)

Trabalhar esse tema permite compreender como se dar o funcionamento de um ioiô, considerando as leis da Física. A partir disso é possível ainda fazer analogias desse objeto com sistemas de rolamento encontrados em motores de automóveis e eletrodomésticos, por exemplo, verificando além de suas potencialidades, quais variáveis físicas possibilitam seu melhor desempenho. Tais constatações são de grande significado, visto que elas despertam a atenção de quem está analisando para a importância do conhecimento na área da Física e isso não somente no âmbito da pesquisa, mas também do ensino.

De acordo com Devenport e Prusak (1998, *apud* Lucca e Santos, 2020), a construção do conhecimento se dá por uma conjunto de variáveis que incluem valores, vivências, informações contextuais, percepções, entre outras. Todas essas vertentes em

conjunto contribuem na incorporação de novas experiências à vida do ser. As rotinas ou processos organizacionais de aprendizagem diferem de indivíduo para indivíduo e criar mecanismos alternativos que favoreçam a visualização de conteúdos em situações específicas é um dos principais desafios enfrentados por educadores de todo o mundo.

O presente trabalho tem por objetivo resgatar a história do ioiô, bem como, analisar o movimento do mesmo considerando os princípios físicos nele aplicados, levando em conta as modificações sofridas pelo objeto ao longo do tempo, a fim de permitir a realizar de manobras diversificadas. Além disso, o presente trabalho busca a incorporação de um objeto simples na construção do conhecimento científico de forma lúdica e contextualizada.

1.1 A EVOLUÇÃO DOS MODELOS DE IOIÔ

O design do ioiô tem se modificado ao longo dos anos. Os modelos mais antigos consistiam apenas em uma corda atada ao eixo que une os dois discos do ioiô. Esse modelo tornou-se muito popular na Europa entre os séculos XVII e XIX, onde foi chamado por diferentes nomes, entre os quais **bandelore**, **quiz** e **L'emigrette**. (COMOTUDOFUNCIÓN, 2013)

Nos ioiôs trazidos no século XX para os Estados Unidos das Filipinas, a corda não era mais atada fixamente ao eixo, agora se tratava apenas de um laço em torno deste. Na figura abaixo é possível verificar a diferença principal desses dois modelos. (ORIGEMDASCOISAS, 2012)

Figura 1: Design dos modelos mais tradicionais do ioiô.

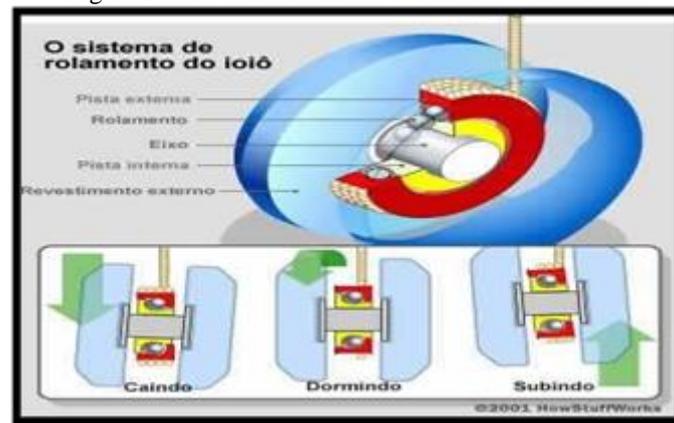


A singela mudança influencia nos princípios físicos envolvidos nos dois modelos. A diferença mais significativa entre eles consiste basicamente na presença do atrito: No

ioiô moderno o eixo “corre” livremente dentro do laço, visto que o atrito entre a corda e o eixo é menor do que o presenciado no modelo antigo. (COMOTUDOFUNCIÓN, 2013)

As modificações não pararam com o passar dos anos. A popularização do brinquedo, as competições, e a busca por movimentos mais sofisticados acarretaram alterações cada vez mais tecnológicas. O próximo modelo a surgir foi o ioiô composto por rolamentos de esferas.

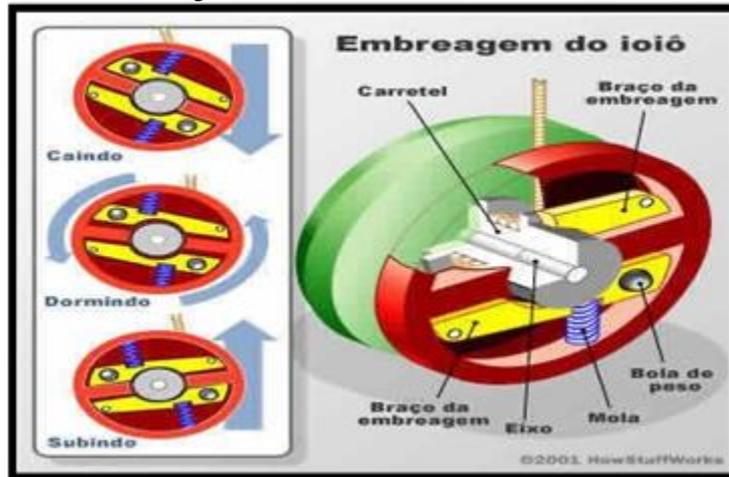
Figura 2: Ioiô com sistema de rolamento com esferas.



Esse mecanismo garante ao usuário um tempo maior de “dormida” do ioiô. "Dormir" para praticantes de ioiô significa manter o objeto girando em volta do seu próprio eixo em equilíbrio, isto é, promover o movimento de rotação do objeto suspenso pelo fio. Fisicamente falando, o modelo foi criado a fim de diminuir ainda mais o atrito entre o eixo e a corda que passam a não se tocar como nos modelos anteriores. O mecanismo de rolamento com esferas, estas sendo devidamente lubrificadas, garantem essa característica apreciada na utilização do brinquedo. (COMOTUDOFUNCIÓN, 2013)

No século XX, começaram a surgir os ioiôs automáticos. A nova invenção prometia um ioiô inteligente capaz de saber a hora exata de “dormir” e “acordar”. O princípio de funcionamento conta com uma embreagem centrífuga, e braços de mola metálica com massas nas extremidades ao redor do eixo central, tal estrutura, mais uma vez não permite que corda e eixo se toquem como mostrado na figura a seguir:

Figura 3: Ioiô com sistema automático.



A embreagem desprende-se do eixo quando o objeto está se movendo rapidamente e prende-se quando a velocidade diminui antes que pare totalmente de girar. Isso acontece graças à força centrífuga: quando o ioiô acelera, a força “joga” as extremidades, onde contém as massas, para fora, contra as molas, o que acarreta o desprendimento dos braços ao eixo. À medida que a aceleração diminui, as molas voltam ao seu estado original e predem-se ao eixo, fazendo o ioiô e o eixo se comportarem novamente como objetos integrados. (COMOTUDOFUNCIANA, 2013)

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no período de janeiro a junho de 2016 por alunos do curso de licenciatura em Física do Instituto Federal do Ceará- IFCE, Campus Acaraú. Constituiu-se de pesquisas bibliográficas, estudo de livros e experimentações.

Na experimentação foram usados dois ioiôs de modelo bem popular onde a corda é presa ao eixo de rotação. Analisou-se a subida e descida de cada um deles, desenhou-se esquemas no quadro branco analisando as forças que atuam no objeto em questão, discutiu-se quais delas provocavam o enrolamento do fio e como cada uma influencia no movimento. Foram analisados movimentos simples e foram testadas formas diferentes de lançar o ioiô: colocando mais força, menos força, dando um puxão maior, não puxando.

Por fim, foram realizados estudos em grupo para discutir as variáveis físicas envolvidas, fazer análises dos materiais pesquisados e realizar as anotações resultantes da conversa. A discussão gerada no grupo permitiu ampliar a visão de cada membro acerca dos princípios físicos investigados, dessa forma, a socialização das pesquisas individuais no grupo, garantiu uma melhor compreensão e convicção do que estava sendo trabalhado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos estudos realizados verificou-se vários fatores que influenciam na quantidade de giros que o ioiô faz quando o fio está totalmente desenrolado. Há modelos profissionais já tem uma estrutura melhorada para conseguir isso e desenvolver mais movimentos enquanto o ioiô “dorme”. Um dos fatores para que isso aconteça é o aumento do momento de inércia. Se este fator aumenta o ioiô ficará mais tempo “dormindo”. Assim deve-se aumentar um pouco a massa do ioiô e distribuí-la de modo um pouco mais distante do eixo de rotação, já que:

$$I = ml^2$$

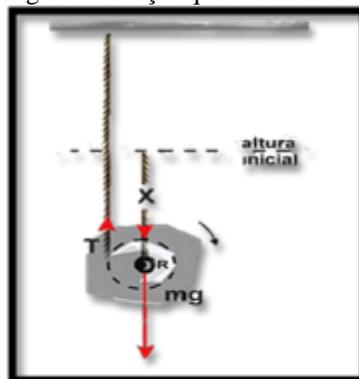
onde l é a distância entre as extremidades do ioiô.

O ioiô possui momento linear e angular, pois se desloca em linha reta e gira em torno de seu próprio eixo. Durante a descida e a subida a energia se conserva. Quanto à energia, no momento em que o ioiô está preso na mão do jogador ele possui energia potencial gravitacional, ao ser lançado ela vai ser converter em energia cinética a qual será usada para realizar um movimento de rotação (em torno do eixo central) e de translação (mudando de posição). Ao desenrolar todo o fio a energia acumulada no ioiô é apenas a cinética de rotação.

Quando é lançado, a força exercida pelo jogador ajuda a aumentar a velocidade e permite que o objeto rotacione por um tempo maior. Chegando ao final da corda, ele atinge sua posição final e para de transladar. Porém, pela conservação da energia, ele continua a girar e esta energia de rotação novamente é convertida em energia cinética de translação, permitindo assim a volta até a mão do praticante.

O movimento de translação é provocado pela força de tensão do fio e pela força peso. Dessa forma, analisando as forças que atuam sobre o ioiô, peso (P) e tensão (T):

Figura 4: Forças que atuam no ioiô.



$$P - T = M\ddot{x}$$

$$Mg - T = M\ddot{x} \quad (\text{I})$$

E sabendo-se que:

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F} = I\ddot{\theta} \quad (\text{II})$$

onde τ é o torque exercido, r braço de alavanca, F a força perpendicular ao braço de alavanca e I o momento de inércia do objeto. Sendo T (tensão) a força F no fio e R (raio do ioiô) o braço de alavanca, e observando que raio é perpendicular a tensão, tem-se:

$$TR = I\ddot{\theta}$$

$$TR^2 = I\ddot{\theta}R$$

$$TR^2 = I\ddot{x}$$

$$T = \frac{I\ddot{x}}{R^2} \quad (\text{III})$$

Utilizando o resultado encontrado em (II) na equação (I), tem-se:

$$M\ddot{x} = Mg - \frac{I\ddot{x}}{R^2}$$

$$\ddot{x} \left(\frac{I}{R^2} + M \right) = Mg$$

$$\ddot{x} = \frac{Mg}{\frac{I}{R^2} + M}$$

Conhecendo-se o momento de inércia I do objeto, é possível encontrar sua aceleração. Se considerarmos o ioiô como um disco, o momento de inércia será:

$$I = \frac{MR^2}{2}$$

Então, substituindo:

$$\ddot{x} = \frac{Mg}{\frac{1}{R^2} \left(\frac{MR^2}{2} \right) + M}$$

$$\ddot{x} = \frac{Mg}{\frac{M}{2} + M}$$

$$\ddot{x} = \frac{Mg}{\frac{3M}{2}}$$

$$\ddot{x} = \frac{2g}{3}$$

Essa será a aceleração linear do ioiô considerando-o como disco. Na descida o brinquedo realiza um movimento acelerado. Em ioiôs onde a corda fica presa no eixo, o aumento da velocidade faz com que, quando a corda estiver toda alongada, ele continue a girar e como não pode descer mais, o único caminho a seguir é subir para a mão do praticante. Um leve puxão ajuda o brinquedo a vencer gravidade e a compensar perdas de energia. Em ioiôs modernos, o sistema de rolamentos permite que ele fique “dormindo” por algum tempo, o puxão servirá para aumentar o atrito entre o rolamento e o eixo a fim de fazer o ioiô subir enrolando organizadamente o fio.

Há dois pontos importantes a considerar quando se questiona por que o ioiô sobe. O primeiro é o fato dele possuir movimento de rotação. Isso faz com que ao desenrolar toda a corda, ele retorne fazendo o mesmo movimento. Caso a corda estivesse totalmente desenrolada e ele não possuísse movimento de rotação, quando puxado não seria possível enrolar o fio. O segundo é a força de atrito entre o eixo e a corda e entre a própria corda ao ser enrolada. Quando é dado um puxão, aumenta o atrito entre o eixo e a corda obrigando o ioiô a subir. Ao subir, esta força permite enrolar o fio organizadamente. Caso não houvesse o atrito não seria possível o enrolamento do fio nem a volta do objeto à mão do jogador.

4 CONCLUSÕES

É próprio do homem mostrar curiosidade a respeito da natureza e de tudo o que o cerca. Fazer perguntas, analisar fatos e apresentar respostas são comportamentos comuns e que têm se aprimorado com o tempo. Desde os séculos passados que personalidades como Tales de Mileto (século VI a.C), Galileu Galilei (1564-1642), Kepler (1571-1630), Isaac Newton (1643-1727) e Albert Einstein (1879-1955), por exemplo, vêm revolucionando não somente a Física, mas também o mundo com suas descobertas. (ALUNOSONLINE, 20XX)

Perceber as leis dessa ciência em fenômenos cotidianos é um aspecto de grande relevância quando se trata da importância de dar sentido a tudo o que acontece. Abandonar a zona do obscuro, do fantasmagórico e encontrar respostas concretas para fatos similares, é de grande significado para quem pesquisa e para quem observa. Assim, a realização do presente trabalho possibilitou reforçar o valor que se da Física como ciência exata e inovadora. A partir das investigações executadas sobre o movimento do ioiô, fez-se favorável a percepção de eventos como torque, momento linear e angular, rotação, translação, atrito, energia cinética e potencial, velocidade, aceleração e força.

Conceitos que antes eram associados apenas a sistemas mais complexos, foram notados em um simples brinquedo que encanta não só quem o usa como diversão, mas também quem o usa como objeto de pesquisa.

Sob essa perspectiva, faz-se importante a utilização desse material na abordagem de conteúdos da Física, visto que essa prática pode ser utilizada como um método de tornar o ensino mais significativo. O ato de se trabalhar a fenomenologia por meio de experimentos, facilita a compreensão do discente acerca dos assuntos discutidos, estimula-o a prosseguir em investigações relacionadas e ainda permite uma maior interação entre ele e seu professor.

REFERÊNCIAS

ALUNOSONLINE. Importância da Física. Disponível em:
<<http://alunosonline.uol.com.br/fisica/fisica-e-importante.html> > Acesso em 22 de maio de 2016.

COMOTUDOFUNCONA. Disponível em: <<http://casa.hsw.uol.com.br/ioios1.htm> > Acesso em 02 de junho de 2016.

FÍSICAEMPERGUNTAS. Por que o ioiô sobe? Disponível em:
<<http://fisicaemperguntas.blogspot.com.br/2012/11/por-que-o-ioio-sobe.html>> Acesso em 17 de março de 2016.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R. **Fundamentos de Física**, vol. 1. 8ª Edição. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

IOIOBRASIL, História do Ioiô, 2013. Disponível em
<<http://www.ioio brasil.org/historia.php>> Acesso em 07 de fevereiro de 2016.

LUCCA, T. A.; SANTOS, N. Gestão do conhecimento em tempos de crise. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 12, p.94508-94522, dez. 2020.

ORIGEMDASCOISAS, **A origem do ioiô**, 2012. Disponível em
<<http://origemdascosas.com/a-origem-do-ioio/>> acesso em 07 de fevereiro de 2016.

PORTALDOIOIO. Disponível em: < <http://portaldoioio.com.br> > Acesso em 20 de abril de 2016.

REDESOCIALDOAPRENDENDO FÍSICA. **A Física do Ioiô**. Disponível em:
<<http://aprendendofisica.net/rede/blog/a-fisica-do-ioi/> > Acesso em 16 de março de 2016.

LIVRESPORTES. Uma arma de caça que virou brinquedo. Disponível em:
<<http://www.livresportes.com.br/reportagem/uma-arma-de-caca-que-virou-brinquedo>> Acesso em 30 de abril de 2016.