

Possibilidades e Enfoques para o Ensino das Engenharias

Henrique Ajuz Holzmann
Micheli Kuckla
(Organizadores)



Henrique Ajuz Holzmann
Micheli Kuckla
(Organizadores)

Possibilidades e Enfoques para o Ensino das Engenharias

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Natália Sandrini e Lorena Prestes

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

P856 Possibilidades e enfoques para o ensino das engenharias [recurso eletrônico] / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, Micheli Kuckla. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Possibilidades e Enfoques para o Ensino das Engenharias; v. 1)

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-85-7247-272-2
DOI 10.22533/at.ed.722192204

1. Engenharia – Estudo e ensino. 2. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 3. Prática de ensino. I. Holzmann, Henrique Ajuz. II. Kuckla, Micheli.

CDD 658.5

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

As obras Possibilidades e Enfoques para o Ensino das Engenharias Volume 1 e Volume 2 abordam os mais diversos assuntos sobre a aplicação de métodos e ferramentas nas diversas áreas das engenharias a fim de melhorar a relação ensino-aprendizado, sendo por meio de levantamentos teórico-práticos de dados referentes aos cursos ou através de propostas de melhoria nestas relações.

O Volume 1 está disposto em 26 capítulos, com assuntos voltados a relações ensino-aprendizado, envolvendo temas atuais com ampla discussão nas áreas de Ensino de Ciência e Tecnologia, buscando apresentar os assuntos de maneira simples e de fácil compreensão.

Já o Volume 2 apresenta uma vertente mais prática, sendo organizado em 24 capítulos, nos quais são apresentadas propostas, projetos e bancadas, que visam melhorar o aprendizado dos alunos através de métodos práticos e aplicados as áreas de tecnologias e engenharias.

Desta forma um compendio de temas e abordagens que facilitam as relações entre ensino-aprendizado são apresentados, a fim de se levantar dados e propostas para novas discussões em relação ao ensino nas engenharias, de maneira atual e com a aplicação das tecnologias hoje disponíveis.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann

Micheli Kuchla

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
O ENSINO E A APRENDIZAGEM NA ENGENHARIA: REALIDADE E PERSPECTIVAS	
Flávio Kieckow Denizard Batista de Freitas Janaina Liesenfeld	
DOI 10.22533/at.ed.7221922041	
CAPÍTULO 2	11
APRENDIZAGEM CENTRADA NO ESTUDANTE COMO POSSIBILIDADE PARA O APRIMORAMENTO DO ENSINO DE ENGENHARIA	
Fabio Telles	
DOI 10.22533/at.ed.7221922042	
CAPÍTULO 3	22
REPRESENTAÇÃO DAS RELAÇÕES ENTRE DISCIPLINAS, COMPETÊNCIAS E PERFIL DE FORMAÇÃO POR MEIO DE INFOGRÁFICO	
Paulo Afonso Franzon Manoel Rogério Máximo Rapanello Bethânia Graick Carízio	
DOI 10.22533/at.ed.7221922043	
CAPÍTULO 4	35
ANÁLISE DO DESEMPENHO DISCENTE EM RELAÇÃO À SUA ROTINA DE ESTUDO, ÀS SUAS RELAÇÕES SOCIAIS E AO SEU HÁBITO DE LEITURA	
Celso Aparecido de França Edilson Reis Rodrigues Kato Luis Antônio Oliveira Araujo Carlos Alberto De Francisco Osmar Ogashawara Robson Barcellos	
DOI 10.22533/at.ed.7221922044	
CAPÍTULO 5	47
PROGRAMA DE FORMAÇÃO PERMANENTE DE PROFESSORES DE ENGENHARIA: UM OLHAR SOBRE OS RESULTADOS DAS AVALIAÇÕES DOCENTES INSTITUCIONAIS	
Ana Lúcia de Souza Lopes Marili Moreira da Silva Vieira Leila Figueiredo de Miranda	
DOI 10.22533/at.ed.7221922045	
CAPÍTULO 6	55
MAPAS CONCEITUAIS EM DISCIPLINAS TEÓRICO-PRÁTICAS: UMA ESTRATÉGIA DE ENSINO E DE AVALIAÇÃO	
Ângelo Capri Neto Maria da Rosa Capri	
DOI 10.22533/at.ed.7221922046	

CAPÍTULO 7	65
PRÁTICAS PEDAGÓGICAS HUMANISTAS NO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL: UMA POSSIBILIDADE	
Mariana Cristina Buratto Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.7221922047	
CAPÍTULO 8	74
ANÁLISE DA RETENÇÃO DE ALUNOS DE CURSOS DE ENGENHARIA ELÉTRICA E MECÂNICA DA UFSCAR	
Edilson Reis Rodrigues Kato Celso Aparecido de França Luis Antônio Oliveira Araujo	
DOI 10.22533/at.ed.7221922048	
CAPÍTULO 9	85
ESTUDO DE CASO: ENSINO-APRENDIZAGEM A DISTÂNCIA PARA CURSO DE GRADUAÇÃO PRESENCIAL	
Maria do Rosário Fabeni Hurtado Armando de Azevedo Caldeira-Pires	
DOI 10.22533/at.ed.7221922049	
CAPÍTULO 10	95
ANÁLISE DO DESEMPENHO ACADÊMICO E DA EVASÃO NO CURSO DE ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO NA MODALIDADE DE ENSINO À DISTÂNCIA	
Edson Pedro Ferlin Luis Gonzaga de Paulo Frank Coelho de Alcântara	
DOI 10.22533/at.ed.72219220410	
CAPÍTULO 11	108
ANÁLISE DA FREQUENCIA ACADEMICA EM UM CURSO DE BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM MOBILIDADE POR MEIO DA REGRESSÃO LOGÍSTICA	
Claudio Decker Junior Elisa Henning Andréa Holz Pfutzenreuter Andréia de Fátima Artin Andrea Cristina Konrath	
DOI 10.22533/at.ed.72219220411	
CAPÍTULO 12	119
PRÁTICA DOCENTE NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA: USO DE TECNOLOGIA EDUCACIONAL COM BASE EM METODOLOGIA	
Enrique Sérgio Blanco Claiton Oliveira Costa Fernando Ricardo Gambetta Schirmbeck José Antônio Oliveira dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.72219220412	

CAPÍTULO 13	130
MÉTODO INOVADOR DE INTEGRAÇÃO ENTRE OS CURSOS DE ENGENHARIA CIVIL E ARQUITETURA NO ENSINO DE GRADUAÇÃO PARA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	
Luciani Somensi Lorenzi Luciana Miron	
DOI 10.22533/at.ed.72219220413	
CAPÍTULO 14	141
UM NOVO ENFOQUE PARA O ENSINO DE ESTATÍSTICA NOS CURSOS DE ENGENHARIA	
Paulo Afonso Lopes da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.72219220414	
CAPÍTULO 15	152
SALA DE AULA INVERTIDA: O USO DO ENSINO HÍBRIDO EM AULAS DE PRÉ-CÁLCULO DOS CURSOS DE ENGENHARIA	
Ubirajara Carnevale de Moraes Celina A. A. P. Abar Vera Lucia Antonio Azevedo Marili Moreira da Silva Vieira	
DOI 10.22533/at.ed.72219220415	
CAPÍTULO 16	161
CIÊNCIA E SENSO COMUM: PESQUISA COM ALUNOS DE METODOLOGIA CIENTÍFICA DO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DO IMT	
Denise Luciana Rieg Octavio Mattasoglio Neto Fernando C. L. Scramim	
DOI 10.22533/at.ed.72219220416	
CAPÍTULO 17	171
O JOGO DIGITAL COMO PROVEDOR DE EXPERIÊNCIAS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA PARA FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS	
Marcos Baroncini Proença Fernanda Fonseca Dayse Mendes Viviana Raquel Zurro	
DOI 10.22533/at.ed.72219220417	
CAPÍTULO 18	178
JOGOS PARA ENSINO EM ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES	
Mônica Nogueira de Moraes Patrícia Alcântara Cardoso	
DOI 10.22533/at.ed.72219220418	
CAPÍTULO 19	190
ENSINO-APRENDIZAGEM DE MECÂNICA DOS FLUIDOS POR PRÁTICAS ATIVAS	
Diego L. L. Souza João M. Neto Pâmela C. Milak	
DOI 10.22533/at.ed.72219220419	

CAPÍTULO 20	200
TÉCNICAS DE VIDEOANÁLISE PARA O ENSINO DE ENGENHARIA E SUAS APLICAÇÕES PARA A BIOMECÂNICA	
Karollyne Marques de Lima Ricardo Barbosa Lima do Nascimento Welber Leal de Araújo Miranda	
DOI 10.22533/at.ed.72219220420	
CAPÍTULO 21	211
APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETO APLICADA NO DESENVOLVIMENTO DE UM VEÍCULO PARA COMPETIÇÃO ESTUDANTIL	
Filipe Molinar Machado Franco da Silveira Leonardo Nabaes Romano Fernando Gonçalves Amaral Paulo Cesar Chagas Rodrigues Luis Cláudio Villani Ortiz	
DOI 10.22533/at.ed.72219220421	
CAPÍTULO 22	219
SOFTWARES GRATUITOS E DE CÓDIGO ABERTO: ENSINO E APRENDIZAGEM DAS ENGENHARIAS	
Vinícius Marinho Silva Waldri dos Santos Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.72219220422	
CAPÍTULO 23	238
A PRÁTICA DE EXTENSÃO NA DISCIPLINA DE LABORATÓRIO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS	
Davidson Geraldo Ferreira Flávio Macedo Cunha Viviane Reis de Carvalho	
DOI 10.22533/at.ed.72219220423	
CAPÍTULO 24	249
JOGO DA GOVERNANÇA COMO ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM COLABORATIVA	
Maria Vitória Duarte Ferrari Josiane do Socorro Aguiar de Souza Oliveira Campos Fernando Paiva Scardua Ugor Marcílio Brandão Costa Eduarda Servidio Claudino	
DOI 10.22533/at.ed.72219220424	
CAPÍTULO 25	260
FORMAÇÃO HUMANISTA DO ENGENHEIRO CIVIL NA PÓS-MODERNIDADE: O <i>MAGIS</i> INACIANO COMO REFLEXO DA CONSTRUÇÃO IDENTITÁRIA	
Rachel de Castro Almeida Maria Aparecida Leite Mendes Cota Rafael Furtado Carlos Aline Almeida da Silva Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.72219220425	

CAPÍTULO 26 272

AS INCONSISTÊNCIAS MAIS COMUNS NA ESTRUTURAÇÃO DOS TRABALHOS DE CONCLUSÃO DO CURSO

José Emidio Alexandrino Bezerra
Tiago Alves Morais
Mônica Tassigny

DOI 10.22533/at.ed.72219220426

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 282

TÉCNICAS DE VIDEOANÁLISE PARA O ENSINO DE ENGENHARIA E SUAS APLICAÇÕES PARA A BIOMECÂNICA

Karollyne Marques de Lima

Instituto Federal da Bahia – Campus de Paulo Afonso

Paulo Afonso – Bahia

Ricardo Barbosa Lima do Nascimento

Instituto Federal da Bahia – Campus de Paulo Afonso

Paulo Afonso – Bahia

Welber Leal de Araújo Miranda

Instituto Federal da Bahia – Campus de Paulo Afonso

Paulo Afonso – Bahia

RESUMO: Neste trabalho propõe-se o desenvolvimento de metodologias para a utilização de videoanálise para o ensino de física, em especial analisamos o caso da biomecânica aplicada ao ensino de física nas engenharias. A proposta experimental busca suprir a necessidade de metodologias experimentais diretamente conectadas à movimentos esportivos. A prática do ensino de física é dificilmente agregada a uma análise experimental. A inclusão destas metodologias reforça o caráter da física como uma ciência experimental e conecta a ciência às vivências esportivas do voleibol. Utilizando as ferramentas de videoanálise buscamos primeiramente desenvolver uma metodologia de aplicação da videoanálise em movimentos esportivos para

uso didático. São analisadas diversas variáveis físicas presentes nos movimentos esportivos. A videoanálise foi realizada mediante o uso do software Tracker Video Analysis, partindo de filmagem experimental de saltos presentes no voleibol. O experimento foi realizado para o acompanhamento do centro de massa de dois atletas amadores. Relacionando-se variáveis físicas da energia potencial gravitacional. Foram determinadas as diferenças no comportamento do centro de massa dos dois atletas que realizaram o experimento, devido principalmente à estabilidade no padrão de alturas desempenhadas por eles. Foram analisados a trajetório do centro de massa de cada atleta, assim como foi discutido a energia e potência associada a cada movimento. A metodologia desenvolvida é possível de ser aplicada em disciplinas de ensino médio e disciplinas correlatas no ensino de física das engenharias. Percebe-se que este método, além de ferramenta didática, pode ser utilizado para a otimização de movimentos de jogadores amadores e profissionais.

PALAVRAS-CHAVE: Videoanálise. Ensino de física. Tracker. Biomecânica.

ABSTRACT: Abstract: In this work, we propose the development of methodologies for the use of videoanalysis for the teaching of physics, in particular we analyze the case of biomechanics.

Using the video analysis tools we seek to analyze and explain several physical variables present in sports movements, since sport is an attractive and motivating theme. The analysis was performed through the use of video analysis technique with the free software Tracker Video Analysis, from vertical and oblique jumping filming present in volleyball. The experiment was performed to follow the center of mass of two amateur athletes, one man and one woman. Thus, it would be possible to analyze the differences in the analysis of the two bodies. By relating physical variables to the studied jumps, we can see the direct relation of the gravitational potential energy, the energy form associated to the position in relation to a reference. Physically, when a body is raised to a height there will be a transfer of energy to the body in the form of work. With the accumulation of energy, the body is then able to convert potential energy into kinetic energy, releasing the body that returns to its initial position. It was verified that there are differences in the behavior of the center of mass of the two athletes that realized the experiment, mainly due to the stability in the pattern of heights performed by them. This means that this method could be used in practice with professional players. Considering that it is possible to obtain through the use of Tracker a biomechanical and behavioral evaluation of quality, contributing even with the sports field.

KEYWORDS: Videoanalysis. Teaching. Tracker. Biomechanics.

1 | INTRODUÇÃO

É frequente, no ensino de Física, observar que as aulas se limitam a uma apresentação tradicional dos conteúdos. Isto significa que os estudantes vivenciam os tópicos da física voltados quase que exclusivamente para a formalidade matemática da disciplina. Não obstante, esta metodologia é também frequentemente criticada, uma vez que implica a disciplina mecanizada e menos atraente. É necessário incluir ao ensino práticas experimentais, para que seja assim enfatizado o caráter da física como uma ciência experimental. Do ponto de vista pragmático, observa-se obstáculos para aplicação de ferramentas tecnológicas na educação, em especial nos países em desenvolvimento.

Os equipamentos de laboratório de física, em geral, possuem elevado custo. Estes custos estão associados à sua produção e também a custos de tecnologias proprietárias (hardware e software). O uso de tecnologia livre (como o Tracker) traz aos professores e estudantes condições objetivas de realizar trabalhos inovadores com relativo baixo custo e uma alta qualidade acadêmica. Esta aplicação para o ensino de física é bastante versátil e vem mostrando grande utilidade para o ensino-aprendizagem e se adequa bem à realidade brasileira. Possibilitando a aplicação seja em movimentos simples de objetos, até os mais complexos do corpo humano (HERMAN, 2006).

Neste trabalho, optamos por explorar a videoanálise aplicada aos movimentos do voleibol. As técnicas utilizadas de videoanálise foram feitas através do software livre *Tracker (Tracker Video Analysis)*. Esse software é uma ferramenta de modelagem

que possibilita o ensino-aprendizagem de física, viabilizando o estudo de diversos movimentos por meio da análise em vídeos. Esta ferramenta tem auxiliado o ensino de Física desde algum tempo. É possível argumentar que o software Tracker traz inúmeras vantagens para avaliar um problema científico e possui inúmeras vantagens para uso em ambiente didático.

Foram aplicadas as metodologias de videoanálise para uso didático, utilizando o contexto de movimentos esportivos do voleibol. No trabalho são determinados parâmetros fundamentais para o acompanhamento do treinamento de atletas estabelecendo assim medidas de evolução e associa diversas grandezas físicas e cinemáticas e dinâmicas como a velocidade e aceleração de acordo com algum movimento realizado por um atleta. Sendo o esporte um tema com elevado grau de aceitabilidade entre os discentes, este será o elemento de estudo com a aplicação da mecânica, biomecânica e demais leis físicas que se aplicarem ao mesmo.

2 | REVISÃO DA LITERATURA

A prática do ensino é dificilmente agregada a uma análise experimental (GASPAR, 2014). Em muitos casos, os problemas apresentados em aula não passam dos reducionistas clássicos (HALLIDAY, 2009). A atividade experimental para o ensino/aprendizagem de física é demanda fundamental. Nesta encerra-se papel fundamental para a assimilação dos fenômenos naturais e sua descrição física. Assim, o estudo e a difusão de tecnologias inovadoras permitem aliar a teoria ao laboratório de forma atraente e servem de importantes aliados na melhoria do ensino de ciências (BRASIL, 2001), (MIRANDA, 2015).

Conhecer o próprio centro de massa se torna importante até mesmo para a saúde, já que o centro de massa do corpo humano fica na altura da coluna. Por isso, ao levantar objetos pesados faz-se necessário dobrar os joelhos para que a massa seja redistribuída em virtude da mudança do centro de massa. Em CAMPUS (2000) observa-se que quando todos os segmentos do corpo estão combinados e o corpo é dado como um único sólido na posição anatômica, o centro de massa fica aproximadamente anterior à segunda vertebra sacral. A posição precisa do centro de massa de uma pessoa depende de suas proporções e tem magnitude igual à massa total do indivíduo.

O centro de massa de um sistema de partículas é o ponto que se move como se (1) toda a massa do sistema estivesse concentrada nesse ponto e (2) todas as forças externas estivessem aplicadas nesse ponto (HALLIDAY, 2008). Para corpos extensos, o centro de massa unidimensional, pode ser calculado a partir da relação presente na Equação 1:

$$x_{cm} = \frac{1}{M} \int_{x_i}^{x_f} x \, dm \quad (1)$$

Enquanto que para várias dimensões, podemos usar uma generalização simples da equação acima, e expressar através da Equação 2:

$$\vec{r}_{cm} = \frac{1}{M} \int_{r_i}^{r_f} \vec{r} \, dm \quad (2)$$

Ambas as equações acima são generalizações da equação de centro de massa para partículas, partindo da soma de elementos infinitesimais de massa. Na realização dos saltos vertical e oblíquo existe um deslocamento vertical do centro de massa que torna possível a análise de variáveis físicas desse salto como: Energia Potencial (U), Energia Cinética Adquirida do Impulso (K) e Potência do Salto (P). As equações a seguir relacionam essas variáveis. Para a equação (3) tem-se m como a massa do corpo, g a aceleração da gravidade com valor de $-9,8m/s^2$ e Δy é o deslocamento vertical do corpo.

$$U = mg\Delta y \quad (3)$$

$$U + K = \text{constante} \quad (4)$$

Na equação (4) a energia do momento do salto é igual a energia potencial (U) no ponto mais alto. Na equação (5) Δt refere-se à variação do tempo.

$$P = \frac{W}{\Delta t} \quad (5)$$

$$W = -\Delta U \quad (6)$$

Os saltos estudados, vertical e oblíquo, se basearam na técnica chamada de contramovimento. Segundo LINTHORNE (2001, apud MARTINS, 2009, p11) nesta técnica o saltador inicia-se de uma posição inicial (repouso), em pé, faz um movimento descendente preliminar pela flexão de joelhos, quadris e tornozelos e, imediatamente, estende-os verticalmente até saltar sobre a superfície do solo.

A Figura 1 mostra a trajetória biomecânica feita por um atleta ao realizar um salto vertical utilizando-se da técnica de contramovimento. O trajeto do corpo humano ao

realizar o salto oblíquo (saque ou cortada) é análogo ao salto vertical, porém o impulso realizado pelos ombros do atleta é muito maior do que no bloqueio.

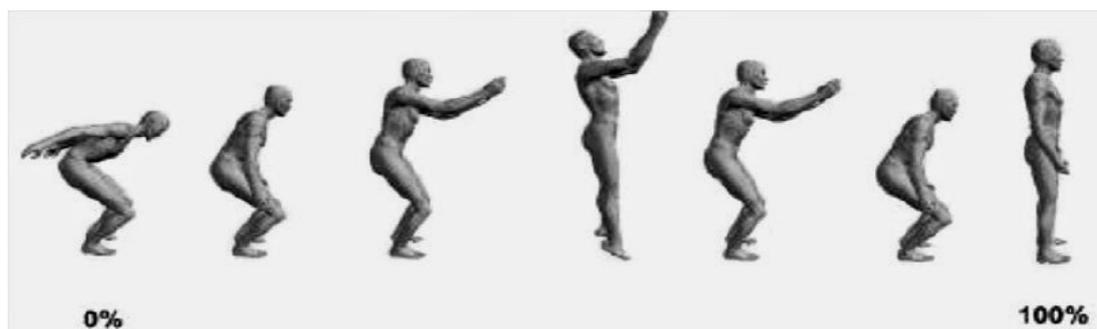


Figura 1 - Trajeto do corpo humano ao realizar um salto vertical (bloqueio) com contramovimento utilizando os braços.

Fonte: (CRUZ, 2008).

Durante a aquisição de dados na videoanálise, dois tipos de erros experimentais podem ocorrer, erros sistemáticos e erros aleatórios, que contribuem para o erro na medição. Os erros sistemáticos são devidos a causas identificáveis e que podem, na sua grande maioria, ser eliminados. Alguns dos erros sistemáticos que podem ocorrer são: erro na calibração do instrumento, efeito de paralaxe na leitura das escalas dos instrumentos, efeitos do ambiente como temperatura, pressão e umidade, e entre outros. Os erros aleatórios são provenientes de fatores que não podem ser controlados ou que, por algum motivo, não foram possíveis de controlar. Correntes de ar ou vibrações, por exemplo, podem introduzir erros estatísticos na medição.

O software *Tracker Video Analysis*, criado em parceria com o *Open Source Physics* (OSP) se destaca a partir de algumas características: i) é um software livre de custos (*open source*), ii) permite customização de seu código-fonte por usuários habilitados, iii) possui múltipla compatibilidade com sistemas operacionais e por fim, iv) apresenta uma grande variedade de funções gráficas e analíticas que podem ser usadas diretamente em laboratórios e salas de aula. O *Tracker* possui como principal característica o rastreamento de objetos a partir de um referencial programado pelo usuário. A posição, velocidade e aceleração são obtidas a partir de sobreposições dos gráficos aos vídeos.

3 | METODOLOGIA

Para realizar o estudo do acompanhamento do centro de massa analisaram-se dois atletas amadores, um homem e uma mulher. O objetivo aqui é demonstrar e analisar as possíveis diferenças na análise dos dois corpos. A videoanálise foi realizada mediante os movimentos dos saltos vertical e oblíquo referentes ao voleibol.

O programa *Tracker* permite escolher quadro a quadro a posição do objeto de

estudo. É sempre muito importante considerar as condições da filmagem. A câmera deve estar fixa e posicionada no ponto central do movimento, para garantir que os pontos experimentais obtidos pela videoanálise não carreguem erros sistemáticos. É importante evitar sempre a reflexão demasiada da luz em direção à câmera, pois pode ofuscar o objeto de estudo.

O passo inicial foi a coleta dos dados necessários sobre as medidas de cada um dos atletas. O homem possuindo 68 kg de massa e 1,73 m de altura e a mulher possuindo 60 kg e 1,70 m de altura. Para o estudo dos movimentos o corpo dos atletas foi dividido em 6 partes: cabeça, braços, pernas e tronco. Esses dados estão explanados na Tabela 1.

Homem (68 kg) Altura: 1, 73 m		Mulher (60 kg) Altura: 1, 70m	
Segmento	Massa (Kg)	Segmento	Massa ¹ (Kg)
Cabeça	5,508	Cabeça	4,860
Braço	3,400	Braço	3,000
Perna	10,948	Perna	9,660
Tronco	33,796	Tronco	29,820

Tabela 1 – Valores médios para a massa¹ dos membros do corpo humano para homens e mulheres.

FONTE: Herman, 2006.



Figura 2 – Divisão corporal dos membros (esquerda) e pontos de demarcação dos membros, demonstrados na atleta feminina (direita).

Fonte: Os autores.

Esses dados de massa foram necessários para a videoanálise com o software

1. Massa estimada.

Tracker. Foram marcados nos dois atletas as posições aproximadas do centro de massa de cada membro. A partir do centro de massa dos segmentos foi possível determinar o centro de massa do corpo. A Figura 2 mostra a divisão dos membros que foi feita tanto para o homem, como para a mulher e as marcações de pontos de massa (pontos coloridos) e do centro de massa (ponto amarelo).

Para o estudo de movimentos complexos do corpo humano é possível formular um modelo aproximado do corpo, sendo composto de seis partes básicas (cabeça, tronco, dois braços e duas pernas). Determina-se a massa média de cada um destes e admite-se uma geometria simétrica e homogênea para cada membro. Com estas hipóteses, é possível determinar e acompanhar o centro de massa de cada membro, e em seguida o centro de massa total do corpo utilizando videoanálise.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da análise feita quadro a quadro o programa realiza o acompanhamento do centro de massa da atleta. O gráfico da posição em função do tempo mostra exatamente este acompanhamento. O eixo y representa a altura do ponto de massa em amarelo e apresenta o ponto mais alto atingido. O t representa a variação de tempo necessário para a execução do salto.

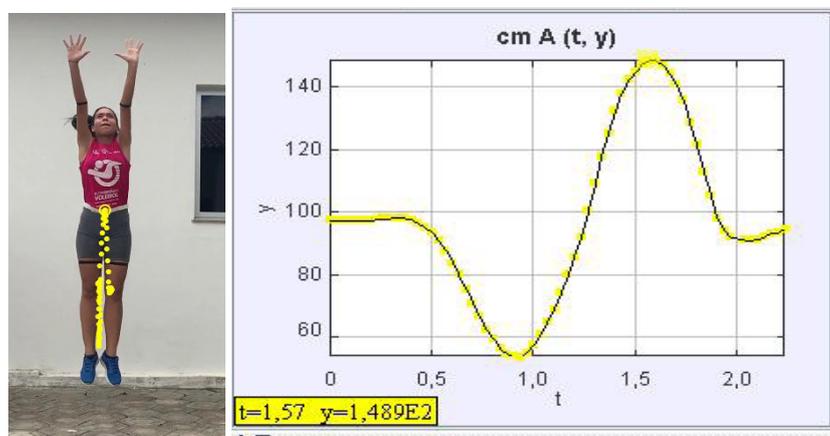


Figura 3 - Instantâneo da tela do programa Tracker mostrando a trajetória vertical do centro de massa da atleta feminina (esquerda) ao realizar salto vertical e seu respectivo gráfico de posição (direita).

Fonte: Os autores.

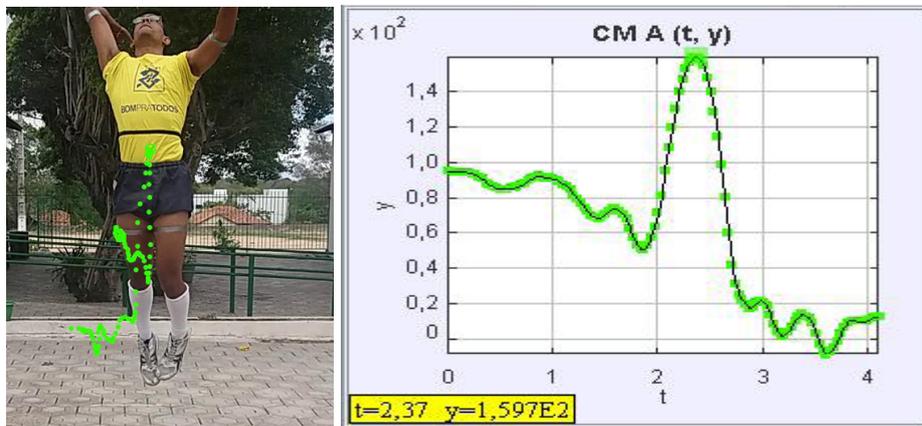


Figura 4 - Instantâneo da tela do programa *Tracker* mostrando a trajetória vertical do centro de massa do atleta (esquerda) masculino ao realizar salto oblíquo e o gráfico da posição correspondente (direita).

Fonte: Os autores

As Figuras 3 e 4 mostram a trajetória realizada pelos atletas, para o salto vertical (bloqueio) e para o salto oblíquo (saque). Os dois saltos foram filmados para os dois atletas, igualmente. Todos os saltos foram analisados e mostraram resultado satisfatório, visto que se trataram de atletas amadores, porém com bastante potencial.

Ao relacionar as variáveis físicas com os saltos estudados, percebe-se a relação direta da energia potencial gravitacional, que se refere a forma de energia associada à posição em relação a um referencial. Fisicamente, quando um corpo de massa m é elevado a uma altura haverá uma transferência de energia para o corpo em forma de trabalho. Com a acumulação de energia, o corpo então é capaz de converter energia potencial em energia cinética, liberando o corpo que retorna à sua posição inicial. O movimento dos saltos realizados pelos atletas executa exatamente esse percurso.

No salto vertical, existe a corrida inicial anterior ao saque, que já proporciona ao atleta um acúmulo de energia cinética, o contramovimento dos braços acrescenta energia para execução do salto. Considerando que essa energia não seja dispersada por outros motivos, como a resistência do ar, a energia potencial gravitacional atingida na altitude máxima será a mesma acumulada no fim do salto. Matematicamente os valores encontrados no cálculo da energia potencial gravitacional e da energia cinética adquirida são os mesmos, porém a primeira com valor negativo. O salto oblíquo ocorre de maneira semelhante quanto à sua análise física.

O conceito de potência também é cabível aos saltos realizados, sendo uma grandeza que determina a quantidade de energia concedida por uma fonte a cada unidade de tempo. É possível então calcular a quantidade de energia que o atleta gasta para realizar o salto em um determinado período de tempo. A potência muscular, em âmbito biomecânico, também entra em ação, e a potência muscular exercida pelos membros inferiores que tem em vista a obtenção de dar melhor impulsão e do maior alcance possível, tanto para o saque, quanto para o bloqueio.

O erro de paralaxe existiu no momento da videoanálise, pois a localização do

eixo cartesiano (x e y) desacompanhava o movimento dos pés dos atletas ao finalizar o salto, já que é feito um movimento frontal, do atleta, na aterrissagem. Porém, essa falta de alinhamento com o eixo influenciou minimamente a análise do centro de massa, pois ao mantê-lo no momento do início do salto ou na aterrissagem, as proporções para a trajetória foram basicamente as mesmas.

No movimento do saque vertical os dois atletas realizaram o salto com contramovimento utilizando os braços. Dessa forma, existiu um deslocamento vertical do centro de massa. As filmagens foram feitas em ângulo frontal e lateral do salto. Assim, foi possível obter resultados em relação às variáveis físicas de energia potencial gravitacional, energia cinética adquirida e potência. Essas variáveis puderam ser calculadas através dos dados fornecidos pelo tracker após a videoanálise, como o deslocamento vertical do centro de massa e o tempo necessário para esse deslocamento. Além disso, o valor usualmente utilizado em laboratórios para a constante de aceleração da gravidade de $-9,8\text{m/s}^2$ foi utilizado. As tabelas 2 e 3 apresentam os valores obtidos por cálculos mediante a videoanálise:

Bloqueio	Δy (m)	Δt (s)	U (J)	K (J)	P (W)
Frnt/FEM	0,95	0,67	- 558,60	558,60	833,73
Ltr/FEM	0,83	0,67	- 487,45	487,45	727,54
Frnt/MAS	1,39	0,77	- 923,63	923,63	1199,52
Ltr/MAS	1,14	0,63	- 757,68	757,68	1202,67

Tabela 2 - Caracterização das variáveis² físicas do bloqueio dos atletas do experimento.

Fonte: Os autores.

A potência muscular dos membros inferiores do atleta é importante para o desempenho do salto, pois a impulsão se torna mais rápida elevando a altura do salto, como comentado anteriormente. De acordo com os dados da Tabela 2 o atleta masculino obteve valores maiores nas três variáveis físicas analisadas. O responsável por essa superioridade nos valores é o fato da altura máxima do centro de massa no salto ter sido maior em relação à atleta feminina.

No movimento do salto oblíquo os dois atletas também realizaram o salto com contramovimento utilizando os braços. As mesmas variáveis físicas foram analisadas, utilizando-se as mesmas equações.

Saque	Massa (kg)	Δy (m)	Δt (s)	U (J)	K (J)	P (W)
Frnt/Fem	60	0,45	0,20	- 264,60	264,60	1323,00
Ltr/Fem	60	0,41	0,37	- 241,08	241,08	651,57
Frnt/Mas	68	1,09	0,50	- 726,38	726,38	1452,76
Ltr/Mas	68	0,72	0,40	- 479,81	479,81	1199,525

Tabela 3 - Caracterização das variáveis físicas² do saque dos atletas do experimento.

Fonte: Os autores.

2. (Frnt) = Frontal; (Ltr) = Lateral; (FEM) =Feminino; (MAS) = Masculino.

A roupa dos atletas interferiu no momento da análise, pois enquanto a atleta feminina estava com uma roupa justa facilitando a marcação dos pontos no software, o atleta masculino estava com uma roupa não tão justa dificultando a marcação dos pontos na videoanálise. Esse fator não altera a qualidade da videoanálise, apenas requer um pouco mais de atenção.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando que é possível obter através do uso do Tracker uma avaliação biomecânica de qualidade através de um experimento de baixo custo e qualidade acadêmica. É razoável afirmar que estes métodos podem contribuir para análise e aumento de eficiência em diferentes esportes. Esta metodologia foi proposta para a realização de experimentos didáticos em laboratório de física e engenharia mecânica. Em especial, é conveniente para institutos e universidades com pós-graduações e grupos de pesquisa em biomecânica.

Foi possível obter os gráficos para o movimento do centro de massa dos atletas estudados, assim como foi possível demarcar diversos aspectos para a execução precisa da metodologia proposta. Foi possível obter, de forma confiável, diversas variáveis mecânicas de interesse, como a altura e a energia associada aos saltos. Foram verificadas as diferenças no comportamento do CM dos dois atletas que realizaram o experimento, devido principalmente à estabilidade no padrão de alturas desempenhadas por eles. Isto significa que a metodologia aqui aplicada pode ser utilizada na prática e treinamento de jogadores profissionais.

A metodologia desenvolvida é inovadora, na medida em que conecta e intersecciona áreas científicas pouco exploradas. Neste trabalho, foi possível desenvolver metodologias de videoanálise para uso didático, utilizando o contexto de movimentos esportivos do voleibol. Grandezas físicas, cinemáticas e dinâmicas, são discutidas e determinadas a partir dos parâmetros fundamentais obtidos da videoanálise. O acompanhamento dos atletas estabelece medidas de evolução do movimento e obtém a energia e potência associada ao movimento realizado por cada atleta. Em geral, percebe-se que o esporte um tema de interesse entre os discentes, deste modo a aplicação didático-científica permite a observância e computação direta das variáveis mecânicas e biomecânicas nos movimentos esportivos estudados.

REFERÊNCIAS

AMADIO, A.C.; LOBO DA COSTA, P.H.; SACCO, I.C.N.; SERRÃO, J.C.; ARAÚJO, R.C.; MOCHIZUKI, L.; DUARTE, M. **Introdução à análise do movimento humano: descrição e aplicação dos métodos biomecânicos de medição**. Revista Brasileira de Fisioterapia, v.3, n.2, p.41-5, 1999.

BRASIL. **Conselho Nacional da Educação. Diretrizes Nacionais Curriculares para os Cursos de Física** / Diretrizes Curriculares – Cursos de Graduação. Brasília: MEC, 2001.

BROWN, D. **Tracker Video Analysis (2016)**. Disponível em <<http://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker>> . Acesso em dezembro de 2017.

CAMPUS, Maurício de Arruda. **Biomecânica da Musculação**. Rio de Janeiro: Sprint, 2000.

CRUZ, Catalina González; BREGAINS, Federico; BRAIDOT, Ariel. **Análisis cinemático del salto en pacientes sin patologías en extremidades inferiores**. Revista Ingeniería Biomédica, v. 2, n. 3, p. 33-39, 2008.

D. HALLIDAY, R. RESNICK E J. WALKER, **Fundamentos de Física, Vol. 1**. Rio de Janeiro :Editora LTC, 2009.

DE JESUS, V. L.B. **Experimentos e Videoanálise – Dinâmica**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

DEVINE K. **Competencies in Biomechanics for the physical therapist: suggestion for entry-level curricula**. Phys Ther. 1984;64(12):1883-5.

GASPAR, Alberto. **Atividades experimentais no ensino de Física: Uma nova visão baseada na teoria de Vigotsky**. Editora Livraria da Física, 2014.

GOFF, J. E. **Gold Medal Physics – The Science of Sports**. Estados Unidos: Editora Johns Hopkins, 2010.

HERMAN, IRVING P. **Physics of the Human Body**. Alemanha: Editora SPRINGER-VERLAG GERM, 2006.

LEVEAU BF. **Biomechanics: a summary of perspectives**. Phys Ther. 1984;64(12):1812.

MARQUES, L. K., MIRANDA, W. **Tutorial de Videoanálise com o Tracker**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=q6RXO226nvl>> . Acesso em: 18 de abril de 2017.

MARTINS, R. Colen. **Análise das Variáveis Dinâmicas dos Saltos Verticais**. Monografia – Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

MIRANDA, W. L. A. **Meu professor de Física**, 2015. Disponível em: <<http://meuprofessordefisica.com/>>. Acesso em junho de 2018.

OPEN SOURCE PHYSICS. **OSP**. Disponível em <http://www.compadre.org/osp/>. Acesso em 18 de junho de 2015.

VILLANI, A. **Reflexões sobre o ensino de Física no Brasil: Práticas, conteúdos e pressupostos**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 2, 1984.

SOBE OS ORGANIZADORES

HENRIQUE AJUZ HOLZMANN Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduação em Tecnologia em Fabricação Mecânica e Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Doutorando em Engenharia e Ciência do Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Trabalha com os temas: Revestimentos resistentes a corrosão, Soldagem e Caracterização de revestimentos soldados.

MICHELI KUCKLA Professora de Química na Rede Estadual do Paraná - Secretaria de Estado de Segurança do Paraná. Graduada em Licenciatura Química pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO). Especialista em Educação do Campo pela Faculdades Integradas do Vale do Ivaí. Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pela Universidade Estadual do Centro-Oeste. Doutoranda em Ensino de Ciência e Tecnologia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Trabalha com os temas relacionados ao Ensino de Ciência e Tecnologia e Sociedade.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-272-2

